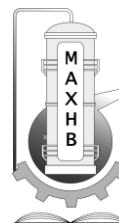




Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет



**Збірник тез доповідей XX всеукраїнської
науково-практичної конференції студентів,
аспірантів і молодих вчених**

**”ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ
І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ
МАТЕРІАЛІВ”**

26-27 квітня
Київ 2017

УДК 66

ББК 35.11-5я43

О 16

Збірник тез доповідей XX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" (26-27 квітня 2017 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 141 с

Збірник тез доповідей XX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених

"ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ"

Голова оргкомітету: д.т.н., професор, зав. кафедри МАХНВ
Корнієнко Ярослав Микитович

Члени оргкомітету:
НТУУ «КПІ»

к.т.н., професор Марчевський Віктор Миколайович

к.т.н., доц. Андреев Ігор Анатолійович

к.т.н., доц. Швед Микола Петрович

к.т.н., доц. Зубрій Олег Григорович

к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

ІТТФ НАН України

д.т.н., професор Снежкін Юрій Федорович

Інститут Газу НАН України

к.т.н., доц. Ільєнко Борис Кузьмич

Редактор к.т.н., доц. Степанюк Андрій Романович

Комп'ютерна верстка: Улітько Р.М.

Рекомендовано до друку
кафедрою машин та апаратів хімічних
і нафтопереробних виробництв
Протокол № 12
від 29 березня 2017 р.

СЕКЦІЯ 1

«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 661.727.4

**МОДЕРНІЗАЦІЯ НАСАДКОВОГО АБСОРБЕРА
ДЛЯ ПОГЛИНАННЯ ПАРІВ ДИМЕТИЛКЕТОНУ**

студент Атаманенко К.Є., ст.викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

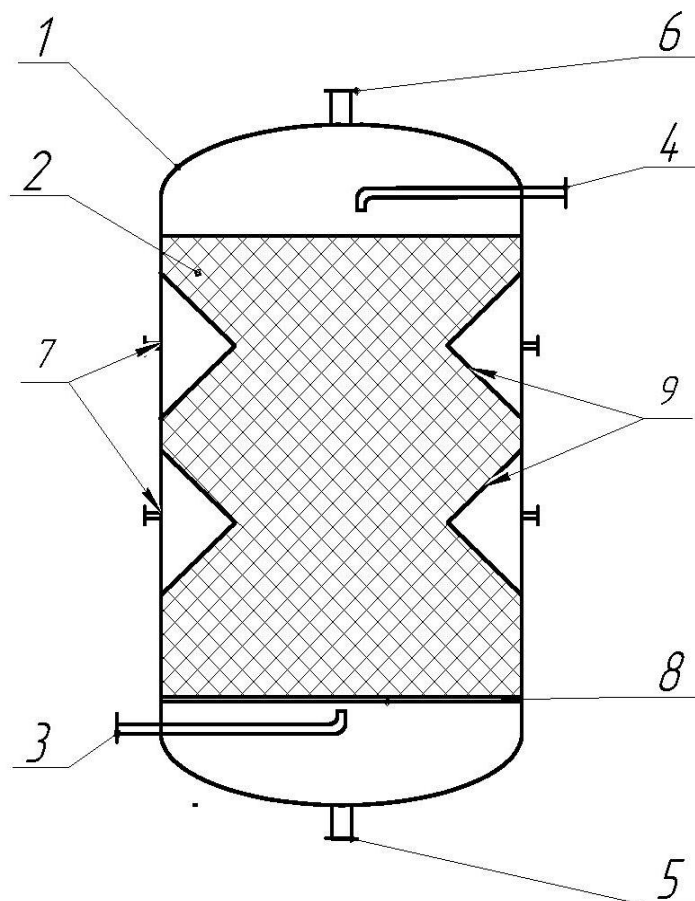
Ацетон, або диметилкетон, дуже ефективний розчинник жирів, олив, багатьох смол, нітролаків, сургучу, каніфолі. Ацетон також розчиняє целулоїд, нітро- та ацетилцелюлозу. Завдяки своїй добрій розчинній здатності ацетон дуже широко застосовується на підприємствах хімічної чистки. Водночас, ацетон високотоксична речовина.

Ацетон в відносно невеликих кількостях отримується при сухій перегонці деревини з оцтовою кислотою. Довгий час його отримували шляхом бродіння вуглеводнів в присутності певних бактерій. Продукти бродіння містять 30,5% ацетону, 62% н-бутилового спирту, 7,5% етилового спирту та інших речовин. На даний час цей спосіб швидко витісняється синтетичними методами отримання ацетону, де в якості сировини використовують продукти переробки нафти.

Існує багато методів промислового отримання синтетичного ацетону . Найбільш поширений окисне дегідрування або дегідрування ізопропанолу.

І одним із найважливіших апаратів схеми виробництва ацетону є абсорбер, який поглинає пари ацетону з суміші продуктів реакції, вдосконалений тим, що в насадковому масообмінному апараті, що містить корпус, що найменше одну підтримуючу решітку для розміщення на ній шару насадки, покращенням є те, що по висоті насадки в корпусі апарата встановлені конічні вставки. Крім того в корпусі встановлені штуцери, для подачі холодоагенту в простір, утворений корпусом і конічними вставками.

Даний абсорбер зображений нижче на рисунку 1.



1 - корпус; 2 - насипна насадка; 3 - патрубки для входу газу; 4 - патрубок подачі рідини; 5 - патрубок відведення рідини; 6 - патрубок виходу газу; 7 - штуцери для підводу холодоагенту; 8 - решітка підтримуюча насадки; 9 - конічні вставки.

Рисунок 1 – Схема абсорбера

Таке виконання насадкового масообмінного апарата дозволяє зменшити негативний вплив явища «сухого конуса» та використати об'єм апарата, зайнятий конічними вставками для охолодження контактуючих речовин, що забезпечує підвищення рушійної сили процесу масообміну (зокрема при абсорбції).

Література:

1. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза, М.: "Химия", 1968 г.

УДК 627.341.65

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОТИТОЧНОГО АБСОРБЕРА ДЛЯ
ПОГЛИНАННЯ SO₂ ВОДОЮ**

студентка Борисенко А. С., к.т.н., доц Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сірка (S) в природі зустрічається у з'єднаннях і вільному вигляді. Газову сірку одержують з газів, утворених при коксуванні і газифікації вугілля. Сірка не розчинна у воді, але розчинна в органічних розчинниках.

Взаємодіє з багатьма металами безпосередньо (міддю, залізом, цинком), виділяючи при цьому теплоту. Серед металів лише золото, платина і рутеній не вступають в реакцію з сіркою. Взаємодіє також з більшістю неметалів, за винятком азоту і йоду [1]. Сірка широко застосовується у різних галузях народного господарства, переважно у хімічній промисловості для виробництва сульфатної кислоти H₂SO₄, сірковуглецю CS₂, деяких барвників і інших хімічних продуктів. Значні кількості сірки споживає гумова промисловість для вулканізації каучуку, тобто для перетворення каучуку в гуму.

У технологічному процесі виробництва сірки використовують абсорбери, ректифікаційні колони, теплообмінники, тощо [2]. Перевагами протиточного абсорбера з сітчастою насадкою є стійкість до перепаду тисків, малий гідравлічний опір. До недоліків можна віднести низька ремонтоздатність через нероз'ємне з'єднання тарілки та стінки корпуса та неможливість рухати відстань між тарілками [3].

Метою дипломного проекту є модернізація абсорбера, у якому змінено вузол кріплення тарілки. Вузол кріплення містить стінку корпуса 1, де розміщена трикутна прокладка 4 з пластинами 6 між розрізними кільцями 2, а тарілка 3 кріпиться за допомогою різьбового з'єднання 5. На рисунку 1 зображено загальний вид вузла кріплення тарілки.

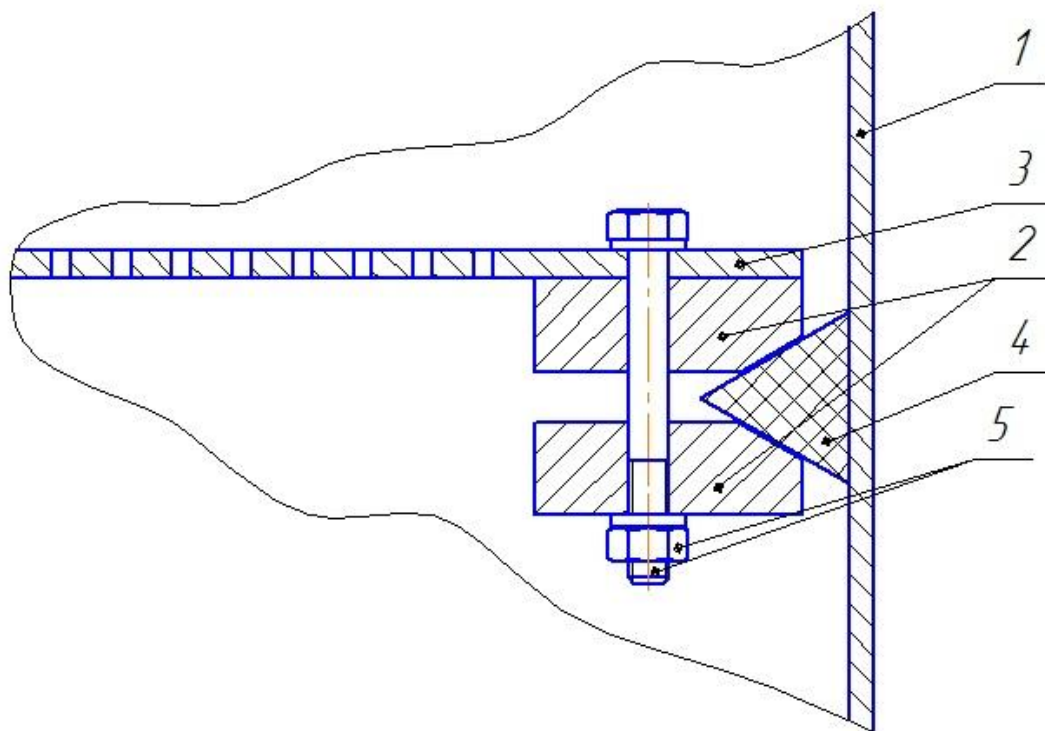


Рисунок 1 Загальний вигляд вузла кріплення сітчастої абсорбційної колони

Задача вирішується тим, що у вузлі кріплення сітчастої тарілки, який включає стінку корпусу, згідно з корисною моделлю, що пропонується, новим є те, що сітчаста тарілка кріпиться за допомогою різьбового з'єднання до розрізних кілець в яких встановлено трикутну прокладку з пластинами, яка може деформуватись.

Перелік посилань:

1. <http://moyaosvita.com.ua/himiya/sirka-ta-ii-vlastivosti/>
2. Борисенко А.Р. Модернізація протиточного абсорбера для поглинання SO₂ водою / Борисенко А.Р., Степанюк А.Р.// «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: XIX всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (12-13 грудня 2016р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 181с.
3. Патент № 113944 Україна, МПК(2017.01) B01D 53/00 заявлено 12.07.2016, опубл. 27.02.2017

УДК 67-714

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА З ПЛАВАЮЧОЮ
ГОЛОВКОЮ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА**

студент Гребелюк І.В., к.т.н., доц. Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Дизельне паливо— це рідкий продукт, який використовується як паливо в дизельному двигуні. Його отримують при перегонці нафти з гасово-газойлевих фракцій. Це досить в'язка горюча рідина. Залежно від характеру застосування, розрізняють дистильатне малов'язке для швидкохідних, і залишкове, високов'язке дизельне паливо для тихохідних двигунів. Основні споживачі дизельного палива — залізничний транспорт, вантажний автотранспорт і сільськогосподарська техніка.

Оскільки в дизельному двигуні паливно-повітряна суміш запалюється від стиснення, то основним показником дизельного палива є так зване цетанове число яке показує здатність дизпалива до займання в камері згорання і характеризує проміжок часу, через який запалюється пальне, яке надійшло в циліндри. Отже, чим вище цетанове число, тим легше із застосуванням такого палива завести двигун. Температура ж перегонки для дизпалива визначена не нижче 200 і не вище 350 градусів за Цельсієм [1].

Для виробництва дизельного палива використовуються фракціонуючі колони після яких необхідно його охолодити. Недоліками таких теплообмінників є існування застійних зон в між трубному просторі, тому доцільно буде провести їх модернізацію – це і буде нашою метою. Для модернізації змінено конструкцію перегородок між трубного простору[2].

Запропонована конструкція працює наступним чином (рисунок 1). В штуцер 8 подають середовище "А", яке далі проходить в трубний простір, розвертається в плаваючій головці 2, повертається назад і виходить із штуцера 9. Середовище "Б" надходить в штуцер 10, проходить між зовнішньою стінкою циліндричного фрагмента 5 та корпусу 3. Далі середовище "Б" розвертається та проходить між внутрішніми стінками циліндричного фрагмента 5. Після цього

деяка кількість середовища "Б" обгинає по бокам перегородку 6 а деяка кількість проходить через внутрішній отвір перегородки 6, і, далі, деяка кількість середовища "Б" обгинає по бокам перегородку 7 а деяка кількість проходить через внутрішній отвір перегородки 7, так повторюється декілька разів, в залежності від кількості перегородок і, в кінці, середовище - "Б" надходить у простір між плаваючою головкою 2 і корпусом 3 та виводиться через штуцер 11.

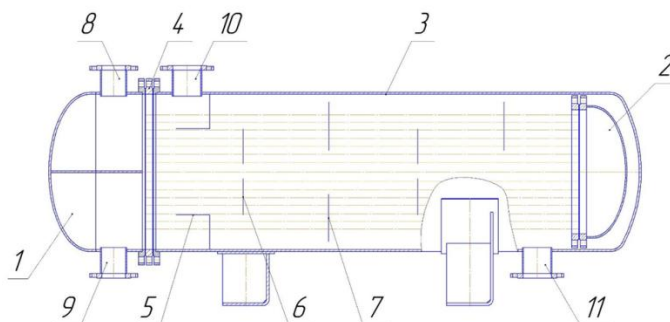


Рисунок 1 – Загальний вигляд апарата

Таке виконання теплообмінного апарата дозволяє збільшити поверхню охолодження труб, усунути застійні зон у між трубному просторі і підвищити ефективність теплообміну.

Перелік посилань:

1. Гребелюк І.В. Модернізація теплообмінника з плаваючою головкою для охолодження дизельного палива/Степанюк А. Р., Гребелюк І. В. // «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: ХІХ всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2016 р.): зб. тез доп. – К.: НТУУ «КПІ», 2016р. – С. 24 – 25.

2. Пат. № 113651Україна МПК (2016.01) F28D 7/00. Теплообмінник з плаваючою головкою /Степанюк А. Р., Гребелюк І.В.; заявник національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». - №и 2016 07771; заявл.14.07.2016; опубл.10.02.2017, Бюл №3.

УДК 66.048.3

ТАРІЛЧАСТА ВІДПАРНА РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ ВІДДІЛЕННЯ РОЗЧИННИКІВ ВІД МАСТИЛА

студент Денисенко В.Р., к.т.н., доц Степанюк А.Р.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Консистентні мастила є одним з найбільш необхідних елементів в сучасній промисловості. Вони являють собою складні колоїдні системи, тверду фазу яких становить загущувач, рідку – мінеральні масла. Пластичні (консистентні) мастила при звичайній температурі знаходяться в мазеподібному стані, при нагріванні переходять в рідкий стан. В свою чергу мінеральні масла складаються з продуктів перегонки нафти, отриманих методами дистиляції з відповідних фракцій нафти або залишкових після перегонки легких і малов'язких фракцій. [1]

Консистентні мастила призначені для зменшення тертя та зношування поверхонь тертя, захисту металевих поверхонь від корозійного впливу зовнішнього середовища і ущільнення зазорів.

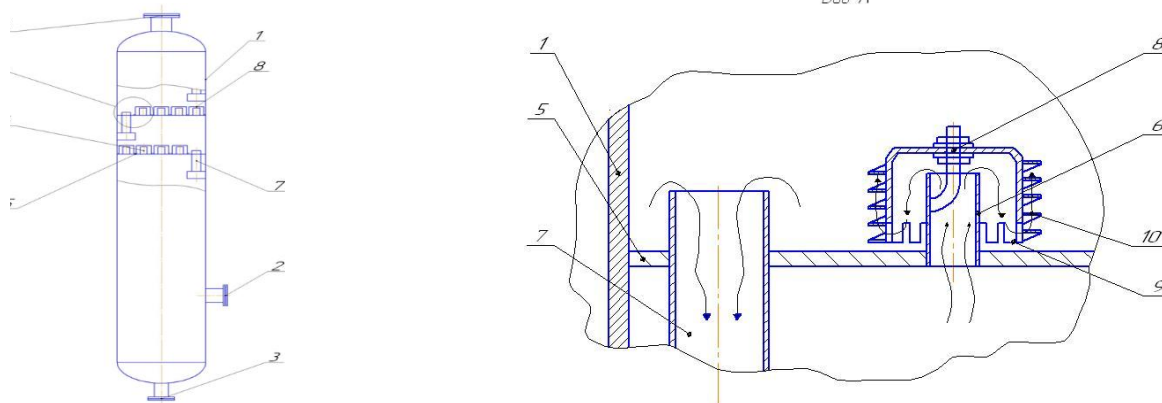
Оскільки основою даного типу мастил є мінеральні (нафтові) масла, постає питання про його очищення від супутніх речовин, які мають канцерогенну та токсичну дію на організм людини. Для відділення розчинників від мастила застосовують процес відгінної ректифікації, що проводиться з допомогою відпарних колон. Такі колони мають недоліки у вигляді незначної поверхні контакту фаз, що викликає зниження ефективності перебігу процесу.

Метою роботи є модернізація та проектування відпарної ректифікаційної колони для відділення розчинників від мастила. Запропонований контактний пристрій збільшить поверхню контакту фаз та інтенсифікує масообмін. Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що зовнішня поверхня ковпачків обладнана спіралями, розміщеними від початку до кінця ковпачка [2].

Пропонована ректифікаційна колона складається з корпусу 1, штуцера 2 для входу парорідинної суміші, штуцера 3 для виходу рідини (важкої фракції) і штуцера 4 – для виходу парів (легкої фракції). Крім того колона містить тарілки 5 з паровими патрубками 6 і переливними пристроями 7, а також ковпачки 8 з вертикальними прорізами 9, зовнішня поверхня ковпачків обладнана спіралями

10, розміщеними від початку до кінця ковпачка.

На рисунку 1 зображена тарілчаста відпарна ректифікаційна колона для відділення розчинників від мастила.



1–корпус, 2-штуцер для входу парорідинної суміші, 3-штуцер для виходу рідини, 4-штуцер для виходу парів, 5-тарілки, 6-парові патрубки, 7-переливні пристрої, 8-ковпачки, 9-вертикальні прорізи, 10-спіраль.

Рисунок 1 – Тарілчаста відпарна ректифікаційна колона для відділення розчинників від мастила

Завдяки такому контактному пристрою ми отримуємо ряд переваг над аналогами. А саме збільшується поверхня фазового контакту, час перебування суміші під спіраллю і в результаті підвищується ефективність процесу масообміну.

Перелік посилань:

1. Денисенко В.Р. Модернізація тарілчастої відпарної ректифікаційної колони для відділення розчинників від мастила / Денисенко В.Р., Степанюк А.Р.// «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: ХІХ всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (12-13 грудня 2016р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 181с.

2. Заявка на патент №U201607681 МПК (2016). Колона ректифікаційна з ковпачковими тарілками/заявники Степанюк А.Р.,Денисенко В.Р.;заявл.13.07.16.

УДК 665.644.2

МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ

студент А.А.Довгошея, доц., к.т.н. А.Р.Степанюк

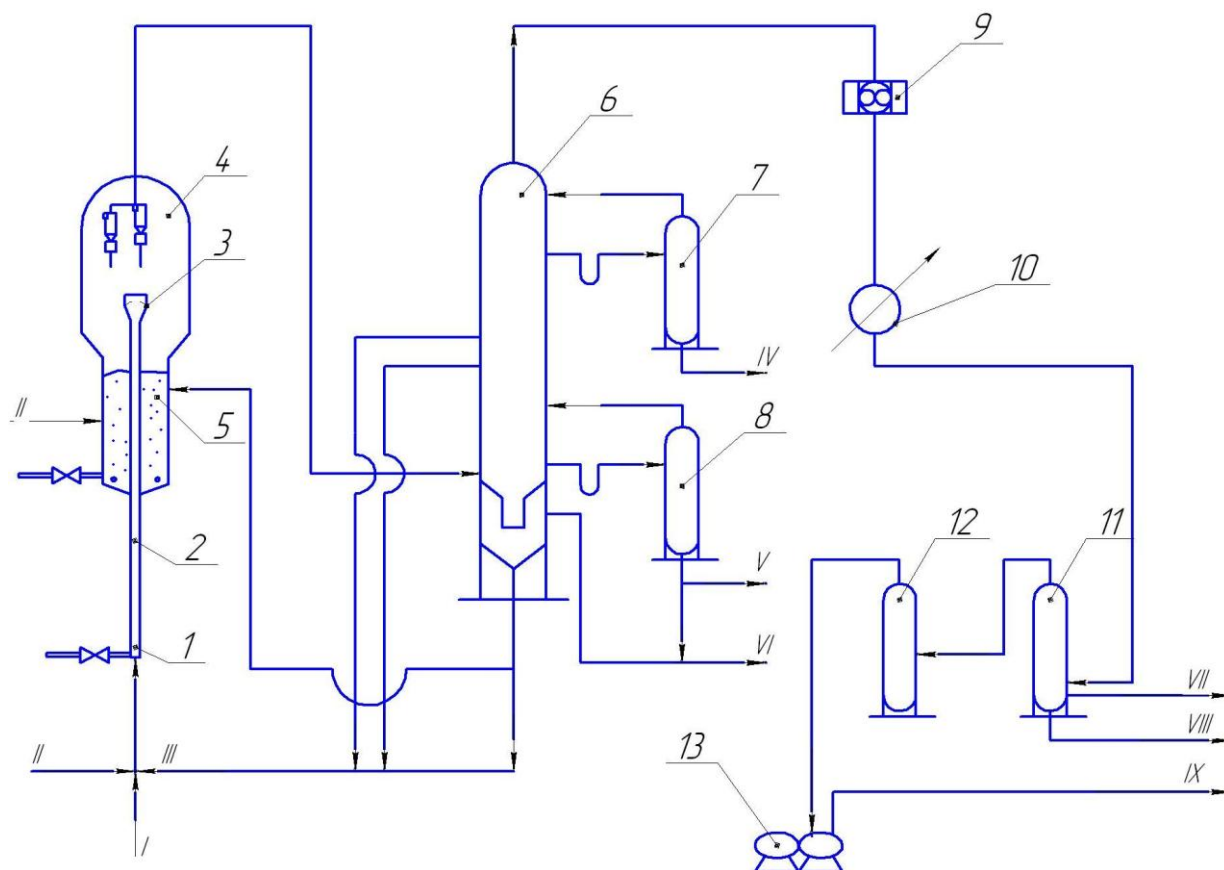
Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Каталітичний крекінг — це процес переробки вуглеводнів, наприклад, нафтових фракцій, в присутності каталізаторів при якій молекули важких вуглеводів розщеплюються на простіші.

Основна перевага процесу - велика експлуатаційна гнучкість: можливість переробляти різні нафтові фракції з отриманням високооктанового бензину і газу, багатого пропіленом, ізобутаном та бутенами [1].

На рисунку 1 зображено технологічну схему [2]. Гідроочищену сировину після попереднього нагрівання в теплообмінниках і печі змішується з рециркулятом, водяною парою і вводять в вузол змішування 1 прямооточного ліфт-реактора 2. Контактуючи з гарячим регенованим цеолітвмістні каталізатором, сировина випаровується, піддається крекінгу в прямооточному ліфт-реакторі і далі надходить в зону форсованого киплячого шару 3, призначену для формування якості продуктів. Газокаталізаторна суміш надходить в відстійну зону реактора 4, де основна маса каталізатора відділяється від нафтових парів. Останні з невеликою часткою захопленого потоком каталізатора проходять двоступеневі внутрішні циклони і, відокремившись від каталізаторного пилу, надходять в колону ректифікації 6 на поділ. Колона ректифікації 6 розділяє каталізатор на необхідні цільові і проміжні продукти.



1 – вузол змішування; 2 – прямоточний ліфт-реактор; 3 – зона форсованого кип'ячого шару; 4,5 – відстійна та випарна зона реактора; 6 – колонна ректифікації продуктів крекінгу; 7,8 – відпарні колони; 9,10 – повітряні та водяні холодильники; 11 – газосепаратор; 12 – акумулятор; 13 – відцентровий компресор.

I – сировина з секції гідро очистки; II – пара; III – рециркулятор; IV – фр. 195-270°C; V – фр. 270 -420°C; VI – фр. Вище 420°C; VII, IX – нестабільний бензин та жирний газ на абсорбцію та газофракціювання; VIII – водний конденсат.

Рисунок 1 – Технологічна схема установки каталітичного крекінгу

Метою роботи є модернізація установки каталітичного крекінгу з розробкою реактора, теплообмінника та циклону.

Перелік посилань:

1. <http://chem21.info/info> від 30.03.2016 р.
2. Ластовкина Г. А., Радченко Е. Д., Рудина М. Г. Справочник нефтепереработки. – Л.: Химия, 1986. – 648 с.

УДК 67-714

МОДЕРНІЗАЦІЯ СПІРАЛЬНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МАЗУТУ

студент Іваненко М.С., к.т.н., доц Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В даний час відомі наступні види мазуту: топкові, прямогонні, крекінг-мазут, флотський, пічне побутове паливо.

На сьогоднішній день велика кількість мазуту переробляється, і в результаті переробки виходять дистильовані мастильні матеріали і моторні палива. Незважаючи на те, що мазут застосовується в двигунах морських суден і тепловозів, але найбільш широко використовується як паливо для парових котлів, промислових печей і котельних установок.

Мазут який виходить з ректифікаційної колони має високу температуру, тому для охолодження потрібно застосовувати теплообмінник. Традиційні конструкції теплообмінників мають наступні недоліки: мають складну конструкцію і відносно великого гідравлічного опору стає малопридатним в разі переходу на більш в'язкі і забруднені теплоносії. Метою роботи є нове виконання глухої перегородки, що забезпечить зменшення гідравлічного опору теплообмінника [1].

Суть спірального теплообмінника пояснюється кресленнями, на яких схематично зображено: на рис. а і б - спіральний теплообмінник, поздовжній розріз [2].

Спіральний теплообмінник містить два довгих металевих листа 1 і 2, які одними кінцями приєднані до глухої S-подібної перегородки 3, самі металеві листи 1 і 2 згорнуті по спіралі, а з торців закриті двома плоскими кришками 4, 5 і ущільнені прокладками (на рисунках не показані), в результаті чого утворюються два ізольованих один від одного канали 6 і 7. Теплообмінник споряджений патрубками 8 і 9 підведення й відведення теплоносіїв у центрі кришок і вихідними патрубками виконаними у вигляді конусів 10 і 11 на зовнішніх кінцях листів [2].

Один з теплоносіїв через патрубок 8 (або 9), який знаходиться на кришці 4 (або 5) рухається уздовж S-подібної перегородки 3 і відводу 12, а далі по спіральному каналу 6 (або 7) від центра апарата до периферії і через штуцер на

корпусі 10 (або 11) виходить із теплообмінника через вихідний патрубок виконаний у вигляді конуса 10 (або 11). Інший теплоносій через інший вихідний патрубок виконаний у вигляді корпусі 11 (або 10) рухається по каналу 7 (або 6) від периферії до центру апарата, тобто протитоком до першого теплоносія, далі уздовж відводу 12 і S-подібної перегородки 3 через патрубок 9 (або 8) в іншій кришці 5 (або 4) виходить із теплообмінника. Передача тепла здійснюється через металеві листи 1 і 2, а також через S-подібну перегородку 3.

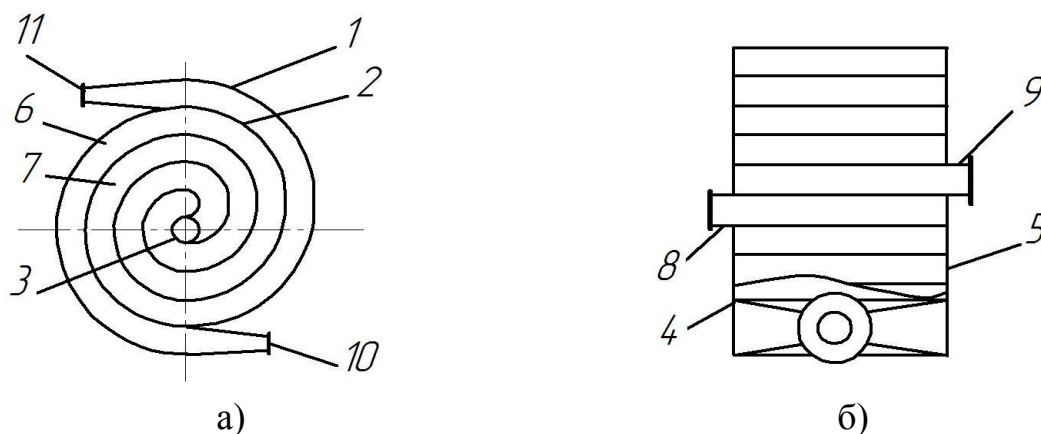


Рисунок - спірального теплообмінника

Пропонована конструкція дозволяє зменшити гідравлічний опір теплообмінника. Це сприяє зниженню забруднюваності внутрішньої поверхні теплообмінника і потужності, яка необхідна для прокачування теплоносіїв, а також використанню більш в'язких і забруднених теплоносіїв.

Перелік посилань:

1. Іваненко М.С. Модернізація спірального теплообмінника для охолодження мазуту / Степанюк А. Р., Іваненко М.С. // «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: XIX всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2016 р.): зб. тез доп. – К.: НТУУ «КПІ», 2016р. – С. 28 – 29.

2. Патент № 113653 Україна, МПК(2006.01) F28D9/04, номер заявки u201607773 заявлено 14.07.2016, опубліковано. 10.02.2017

УДК 66.045.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА ДЛЯ УСТАНОВКИ ВІДДІЛЕННЯ РОЗЧИННИКІВ ВІД МАСТИЛА

студентка Ільєнко А.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Мастило – пластичний матеріал, який являє собою структуровану загусником оливу. Мастило відіграє важливу роль в апаратах повітряного охолодження для зменшення зношувань поверхонь тертя та продовження терміну служби деталей апарату та механізмів. Крім того, майже всі мастила запобігають корозії металевих поверхонь.

Апарат повітряного охолодження має широке застосування в хімічній, нафтохімічній, нафтопереробній промисловостях та при виробництві мастила пояснюється обмеженістю водних ресурсів і необхідністю зменшення кількості стічних вод, які забруднюють водойма і для очищення яких потрібні складні споруди для очищення. Використання повітряних холодильників для використання мастила економічно виправдано у порівнянні з іншими апаратами. Теплопередача покращується, якщо труби обладнанні зовнішнім оребренням.

Недоліком повітряного холодильника є недостатньо висока ефективність теплообміну труб.

Метою роботи є підвищення ефективності теплообміну труб. Поставлена задача вирішується тим, що теплообмінні труби виконані з спеціальними направляючими виступами на оребренні.

На рисунку 1 зображений апарат повітряного охолодження.

На рисунку 2 зображена виноска А – оребрена труба з виступами.

На рисунку 3 вид "В - В" – оребрена труба з виступами.

Горизонтальний апарат повітряного охолодження містить кришки 1, які кріпляться до трубних решіток 2. Трубний пучок, що складається з труб 4 мають оребрення 5 з спеціальними направляючими виступами 6, встановлений на вертикальних стояках 7. Вентилятор 3 встановлений під трубним пучком.

Горизонтальний апарат повітряного охолодження працює наступним

чином.

При увімкненому вентиляторі потік повітря обдуває трубний пучок, через теплообмінну поверхню якого відбувається теплообмін між повітрям і теплоносієм, що рухається по трубному пучку продуктом, причому за рахунок обдування повітрям труб нерівномірно охолоджується теплоносієм в трубах. За рахунок спеціальних направляючих виступів повітря ефективніше охолоджує теплоносієм в трубах.

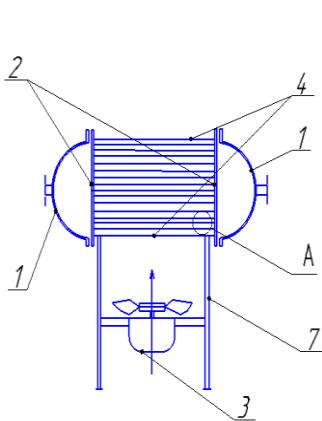


Рисунок 1

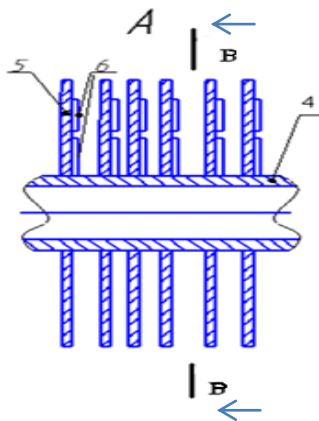


Рисунок 2

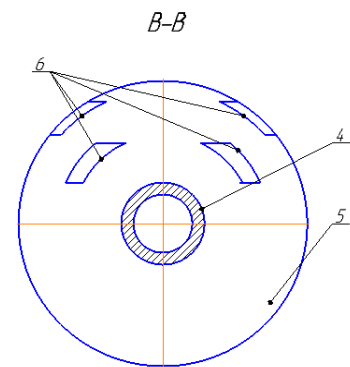


Рисунок 3

Запропоноване технічне рішення за рахунок установки спеціальних направляючих виступів на орєбренні збільшує поверхню охолодження труб і підвищується ефективність теплообміну

Перелік посилань:

1. Ільєнко А.В. Модернізація повітряного холодильника для установки відділення розчинників від мастила/ Ільєнко А.В., Степанюк А.Р.// «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: ХІХ всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ 12-13 грудня 2016): зб. тез доп. – К.: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2016 р. – С. 30 - 32.

2. Патент №113654 Україна, МПК(2016.01) F16L 53/00 заявлено 15.07.2016, опубл. 10.02.2017

УДК 661.741.112

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

студент Кичак Р. В., к. т. н. доц. Зубрій О. Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Оцтова кислота CH_3COOH – безбарвна рідина з різким запахом. В результаті перегонки зброженого спиртового розчину отримують 70-80 %-й розчин оцтової кислоти, відомий під назвою оцтової есенції[1].

Оцтова кислота широко використовується в харчовій, хімічній, мікробіологічній промисловості, в медицині.

Оцтове бродіння засноване на здатності оцтовокислих бактерій роду *Acetobacter* окислювати етиловий спирт в оцтову кислоту. Реакцію утворення оцтової кислоти каталізує окислювальний фермент алкогольоксидазу. Окислення етанолу в оцтову кислоту можна описати рівнянням:



Для цього процесу сприятливі температури 28°C для культури *Bact. schützenbachii* 35°C для культури *Bact. curvum*, а також кисла реакція середовища. Оцтовокислі бактерії добре розвиваються при рН3.

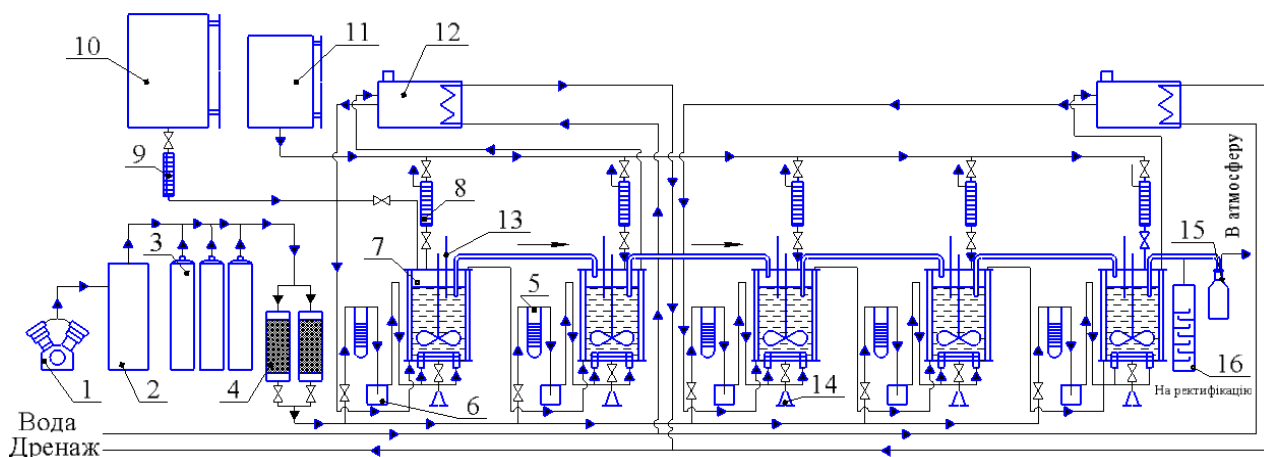
В промислових умовах оцтовокисле бродіння проводять безперервним способом при глибинному культивуванні оцтовокислих бактерій в батареях послідовно з'єднаних апаратів (рисунок 1).

Схема виробництва включає наступні основні технологічні стадії: отримання посівного матеріалу, підготовку сировини, оцтовокисле бродіння, розлив готового продукту.

В кожному ферментаторі створюються умови, які сприяють інтенсивному окисленню етанолу в оцтову кислоту. Для підтримання в другому, третьому і четвертому апаратах заданої концентрації спирту в них подають середовище з 40 % етанолом. Процес проводять таким чином, щоб із п'ятого апарату виводилася культуральна рідина з концентрацією оцтової кислоти не нижче 9 %

і не вище 9,2 – 9,3 %. Частина її відводиться на ректифікацію в колону 16 для одержання льодової оцтової кислоти з концентрацією 98-99,8 %.

Перед розливом 9 %-ї оцтової кислоти (столового оцету) її освітлюють бентонітом з додаванням невеликої кількості оцтової кислоти. Після перемішування розчин оцтової кислоти подають на фільтр-прес. Відфільтрований розчин поступає в збірник готового продукту, а потім на розлив.



1 – компресор; 2 – ресивер; 3 – балон зі стиснутим повітрям; 4 – фільтр (бактерицидний); 5 – реометр; 6 – посудина зрівноважувальна; 7 – ферментер; 8, 9 – мірники; 10 – бак напірний для вихідного живильного середовища; 11 – бак напірний для етанолу; 12 – теплообмінник; 13 – термометр; 14 – колба для відбору проб; 15 – збірник оцтової кислоти; 16 – ректифікаційна колона.

Рисунок 1 – Схема установки для виробництва оцтової кислоти.

Модернізація полягає у включенні в технологічну схему ректифікаційної колони для отримання деякої кількості оцтової кислоти з концентрацією близько 98-99,8%, яка може бути використана як сировина в органічному синтезі.

Перелік посилань

1. Мосичев М. С., Складнев А. А., Котов В. Б. М 83 Общая технология микробиологических производств. М.: Легкая и пищевая пром. 1982. – 264 с.

УДК 66.048.3

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАСАДКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ «БЕНЗОЛ-МЕТИЛБЕНЗОЛ»

студентка Козакова А.В., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Бензол отримують на заводах по перегонці кам'яновугільної смоли і на коксобензольних заводах. Для відділення бензолу використовують теплове масообмінне обладнання до якого належить: ректифікаційні колони, теплообмінники тощо. Метою даної роботи є вдосконалення елемента насадки з ціллю зменшити нерівномірність зрошування насадки.

При виборі ректифікаційної колони керуються вимогами, які пред'являються до будь-якого хімічного апарату: простота в обслуговуванні, висока продуктивність, міцність, корозійна стійкість, довговічність, невисока вартість тощо. Для ректифікації застосовують виключно апарати колонного типу – барботажні (тарілчасті) і насадкові ректифікаційні колони [1]. Одним із недоліків ректифікаційних колон є нерівномірність зрошування насадки по висоті.

У технологічній схемі за рахунок виконання елемента насадки масообмінного апарата конічним, з вікнами для заповнення вільного простору традиційними елементами насадки [2]. Схема модернізації наведена на рисунку 1.

Виконання елемента насадки з діаметром верхньої частини, що дорівнює внутрішньому діаметру колони, та з діаметром нижньої частини, що дорівнює 25% внутрішнього діаметру колони.

Таким чином забезпечується можливість розподілити рідину, що стікає по поверхні насадки ближче до центральної частини колони, що має компенсувати традиційну сепарацію рідини до стінок колони з утворенням у середній частині шару насадки дільниць з сухою поверхнею насадки.

Складання елемента насадки здійснюють введенням всередину корпусу колони 1 елемента насадки 2, засипанням традиційної насадки 3.

Елемент насадки масообмінного апарата 2 містить вікна, він розташований у корпусі колони 1 разом з традиційною насадкою 3 розташовані на газорозподільній решітці 4, яка спирається на опори 5.

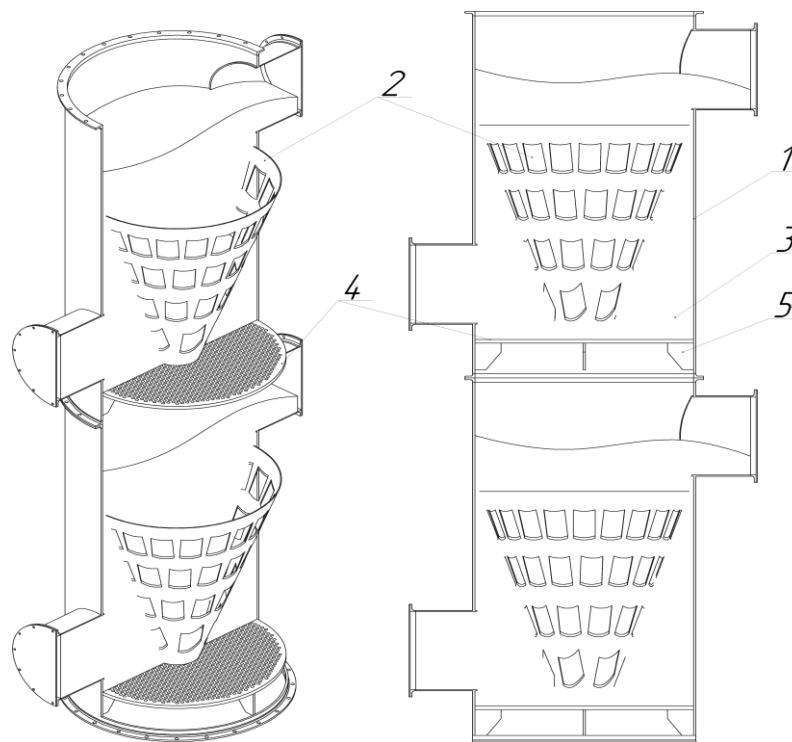


Рисунок 1- Загальний вигляд апарата

Встановлення нового елемента насадки, який спрямовує частину рідини до центральної частини колони, дозволить збільшити долю поверхні насадки, що зрошується.

Перелік посилань:

1. Козакова А.В. Модернізація насадкової ректифікаційної колони для розділення суміші «бензол-метилбензол» / Козакова А.В., Степанюк А.Р.// «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: ХІХ всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (12-13 грудня 2016р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.:НТУУ «КПІ», 2016. – 181с.

2. Заявка 201607663 Україна Ректифікаційна колона / Двойнос Я.Г., Козакова А.В. - № у 201607663; заявлено 12.07.2016.

УДК 666.644.02

МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ РЕГЕНЕРАЦІЇ КАТАЛІЗАТОРА

студент Панченко Д.В., доц., к.т.н. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

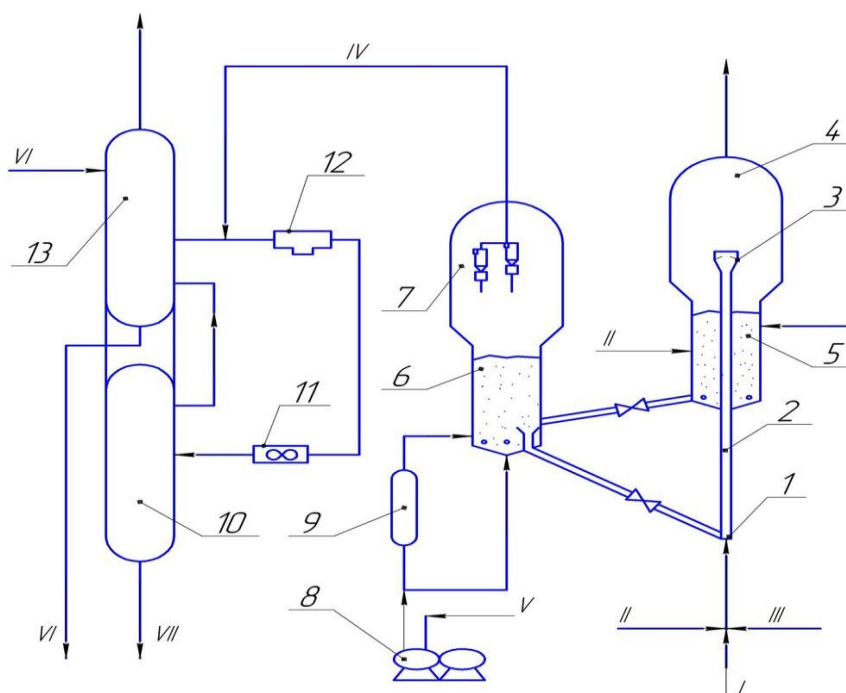
Каталітичний крекінг – термокаталітична переробка нафтової сировини з метою отримання продуктів меншої молекулярної маси – компонентів високооктанових бензинів, легких газойлів, вуглеводневих газів С3-С4 та ін. Каталітичний крекінг - один з найважливіших процесів, що забезпечують глибоку переробку нафти. [1].

На рисунку 1 зображено технологічну схему [2]. Гідроочищена сировина після попереднього нагрівання в теплообмінниках і печі змішується з рециркулятом, водяною парою і вводиться в вузол змішування 1 прямооточного ліфт-реактора 2. Контактуючи з гарячим регенованим каталізатором, що містить цеоліт, сировина випаровується та піддається крекінгу в прямооточному ліфт – реакторі і надходить в зону форсованого киплячого шару 3. Газокаталізаторна суміш надходить в відстійну зону реактора 4, де основна маса каталізатора відділяється від нафтових парів.

Закоксований каталізатор із відстійної зони реактора і спускних стояків циклону проходить десорбер 5 і по верхньому похилому каталізаторопроводу надходить до зони киплячого шару регенератора 6, де відбувається випалювання коксу в режимі практично повного окиснення оксиду вуглецю в діоксид. Повітря на регенерацію нагнітається повітряним компресором 8. При необхідності повітря може нагріватися у топці під тиском 9. Димові гази регенерації проходять відстійну зону регенератора 7 і через двоступеневі внутрішні циклони направляються на утилізацію теплоти.

Перед вивантаженням коксу камери охолоджують спочатку до 400 °С водяною парою. Пари подають до ректифікаційної колони. Після цього камери пропарюють, і пари через конденсатор повітряного охолодження 11 надходять в ємність 10, де накопичуються важкі парафінові вуглеводні. Після цього кокс в камерах доохолоджують водою, пари, що при цьому утворюються подають у скруббер 13. Перед вивантаженням коксу воду із камер дренують в спеціальний

збірник води. Воду від гідровигрузки коксу очищають в фільтр – відстійниках 12 для повторного використання.



1 – вузол змішування; 2 – прямоточний ліфт-реактор; 3 – зона форсованого кип'ячого шару; 4,5 – відстійна та випарна зона реактора; 6 – регенератор; 7 – відстійна зона регенератора; 8 – повітряний компресор; 9 – топка під тиском; 10 – ємність; 11 – конденсатор повітряного охолодження; 12 – фільтр; 13 – скруббер.

I – сировина з секції гідроочистки; II – пара; III – рециркулянт; IV – димові гази на утилізацію; V – повітря; VI – вода у відстійниках; VII – важкі нафтопродукти.

Рисунок 1 – Технологічна схема установки каталітичного крекінгу

Метою роботи є модернізація установки каталітичного крекінгу з розробкою регенератора, теплообмінника та циклона.

Перелік посилань:

1. Хімічна енциклопедія [Електроний ресурс]/ Каталітичний крекінг. URL: <http://www.chemport.ru> (Дата звернення 14.03.2017).
2. Ластовкіна Г. А., Радченко Е. Д., Рудина М. Г. Справочник нефтепереработки. – Л.: Химия, 1986. – 648 с.

УДК 541.64

**МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРА-ПОЛІМЕРИЗАТОРА
УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІСТИРОЛУ**

студент Сацердотов А.О., ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Застосування полістиролу дуже різноманітне - від плівки в конденсаторах товщиною 0,02 мм до товстих плит з пінополістиролу, використовуваних в якості ізоляційного матеріалу в холодильній техніці. Внаслідок його легкої розчинності в дешевих органічних розчинниках (вуглеводнях) його успішно застосовують для виготовлення плівок. З полістиролу виробляють найширшу гаму виробів, які в першу чергу застосовуються в побутовій сфері діяльності людини (одноразовий посуд, упаковка, дитячі іграшки тощо), декоративні облицювальні матеріали (клеєві основи, полімерні концентрати), медичний напрям (частини систем переливання крові, чашки Петрі, допоміжні одноразові інструменти).

Найважливішим комплексом обладнання лінії виробництва полістиролу є реактор-полімеризатора. Тому вдосконалення його будови, а саме конструкції приводу для перемішування і дозування рідини є доцільним. Вдосконалення полягає у тому, що до нижнього опорного вузла валу приєднується пробка, яка може здійснювати зворотно-поступальний рух в гору і вниз. Така конструкція валу дозволяє використовувати для забезпечення обертового руху валу та зворотно-поступального руху пробки окремі приводи, що спрощує її конструкцію.

Апарат для перемішування та дозування рідини складається з оболоні 1, якірної мішалки 2, патрубку для подачі холодоагенту 3, кришки 4, патрубку для подачі рідини 5, патрубку для відводу готової суміші 6, патрубку для відводу холодоагенту 7, валу 8, механізму переміщення пробки 9, пробки 10 та сальникового ущільнення 11.

Початкова суміш потрапляє у апарат через патрубок 5, де перемішується

якірною мішалкою 2. Заданий температурний режим підтримується за рахунок холодоагенту, який подається через патрубок 3 у оболонь 1 та відводиться з нього патрубком 7. Готова суміш відводиться через патрубок 6 на вході у який встановлено пробку 10 для дозування. При зміні продуктивності апарата прохідний переріз патрубка 6 змінюється шляхом переміщення пробки 10 за рахунок механізму переміщення, з'єднаного з опорним вузлом вала 8 за рухомого різьбового з'єднання. Герметичність конструкції забезпечується сальниковим ущільненням 11.

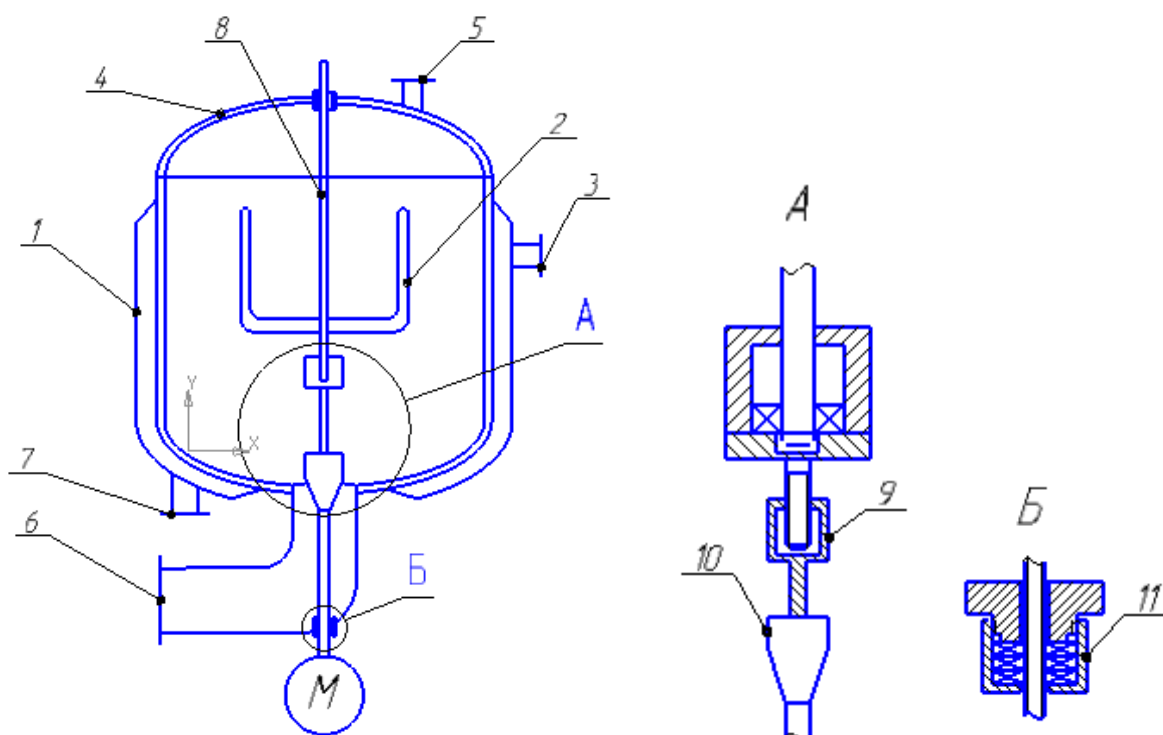


Рисунок 1– Загальний вигляд апарата

Така конструкція дозволяє використовувати для забезпечення обертового руху вала та зворотнопоступального руху пробки окремі приводи.

Перелік посилань:

1. Патент № 113125 Україна, МПК(2016.01) B01F 13/06 заявлено 13.07.2016, опубл. 10.01.2017

УДК 553.98 (574)

НАСОС ДЛЯ СВЕРДЛОВИНИ

студент Стеблецький І.М., к.т.н., доцент Степанюк А.Р.

Національний технічний університет

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Насос для свердловини – це чи не найголовніша складова будь-якої системи водопостачання. Саме насос подає воду з джерела в труби, забезпечує її постійний приплив.

Існує безліч різновидів свердловинних насосів, але ми сьогодні зупинимося на гвинтових моделях, так як вони мають дуже цікаву конструкцію і принцип роботи.[1]

Порівнявши ККД гвинтового насоса з ККД інших механізованих способів видобутку нафти, отримаємо [2]: гвинтовий насос 60-75 %; штанговий насос 45-60 %; занурюваний ЕВН 35-40 %; газліфт 5-30 %; струминний насос 10-25%. Гвинтові насоси мають ряд переваг над механізованими способами видобутку нафти: низькі виробничі і ремонтні затрати за рахунок відсутності необхідності створення фундаментів, простоти монтажу і обслуговування; простота конструкції насоса (немає шарнірних з'єднань, радіальних і осьових підшипників і ін.); наземне розміщення електродвигуна; можливість експлуатації в низькодебітних свердловинах, так як немає необхідності у відводі тепла від насоса; низька ціна і 50% економії в споживанні електроенергії; простота регулювання частоти обертання; відсутність пульсації, що запобігає утворенню емульсії; екологічність; низькі транспортні витрати (система привозиться на невеликій вантажівці).

На рисунку 1 [2] наведена схема насоса, що має три двохзаходні гвинти, з яких середній 1-провідний і два інших 2-ведені. При цьому напрямок нарізки на ведених і провідному гвинтах протилежний. У корпусі 5 встановлена обойма 4, залита бабітом і сполучена своїми вікнами з всмоктуючим патрубком 6. Гвинти, розташовані всередині обойми з мінімальними зазорами, при обертанні переміщуються разом з рідиною вздовж осі до нагнітаючого патрубка 3

На рисунку 2 зображено принцип роботи гвинтового насоса: а) вісь ротора розташована у верхній частині робочої камери; б) ротор повернутий на 90град, його вісь розташована на осі статора; в) ротор повернутий на 180 град, його вісь розташована нижче осі статора; г) ротор повернутий на 270 град, його вісь розташована на осі статора; д) ротор повернутий на 360 град, цикл завершено; починається наступний цикл [4].

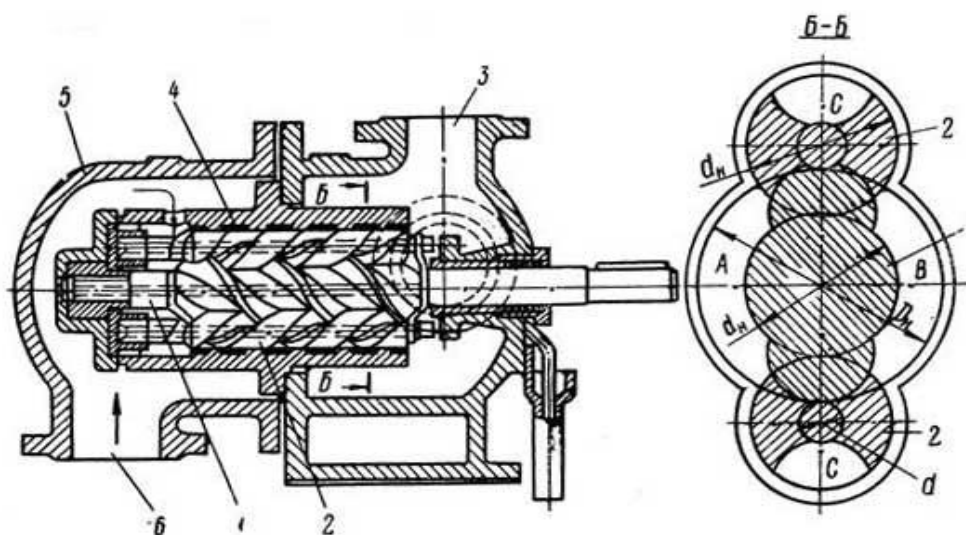


Рисунок 1-Схема будови насосу

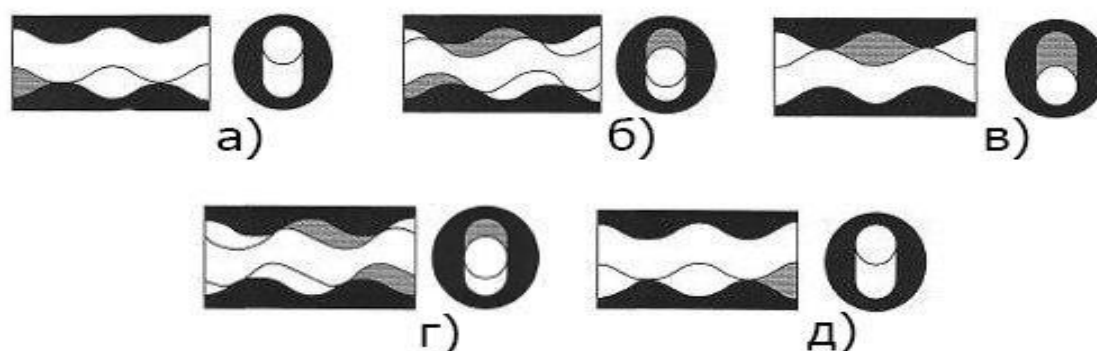


Рисунок 2 – Принцип дій гвинтового насосу

Висновки: В даний час, використання гвинтових насосів для видобування нафти в Україні не таке поширене. Та з часом, його використання, завдяки перевагам та мобільності, буде більшим. Тому потрібно надалі опрацьовувати це питання, щоб процес видобутку нафти ставав більш ефективним та дешевим

Перелік посилань.

1. <http://dovidkam.com/remont/gvintovij-nasos-dlya-sverdlovini-shnekovij-zanuryvalnij.html> від 07.03.2017 р.

2. Журнал "ROGTEC Russian oil & gas technologies" [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.rogtecmagazine.com/tech/Tech3.pdf>. від 7.03.2017 р.

3. <http://www.metalcutting.ru/content/vintovye-nasosy> від 7.03.2017 р.

4. <http://nauka.zinet.info/10/kopey.php> . від 7.03.2017 р.

УДК 674.812

ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА ПЕЛЕТ З ДЕРЕВИНИ

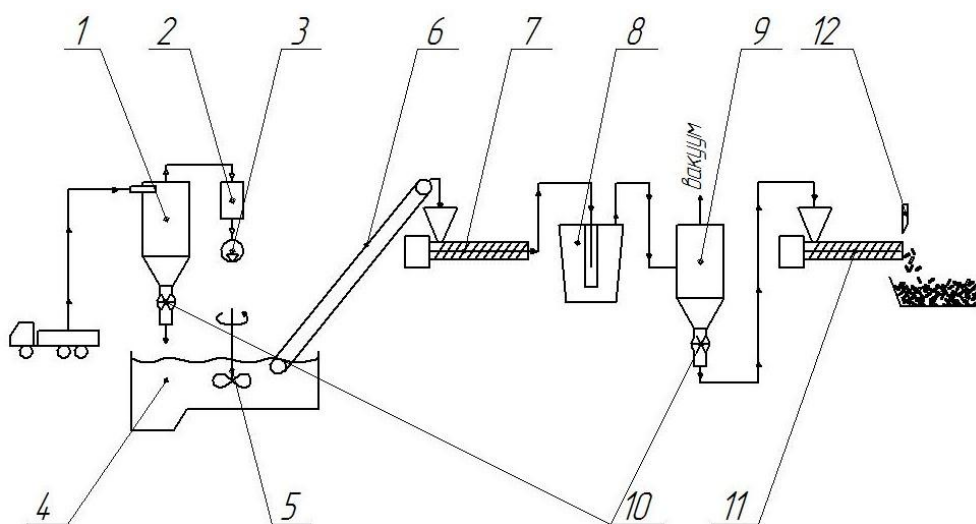
студ. Телестаков Є.А., ст.викл., к.т.н. Двойнос Я. Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В даний час з'явилися нові технології переробки відходів деревини у паливні пелети. Стандарти Європейського Союзу передбачають жорсткі норми для пелет з деревини: зменшений вміст золи (<1,5%), підвищену міцність та густину, вологість менше 12%.

Розроблено нову технологічну схему переробки відходів деревини у паливні пелети, рисунок 1, яка дозволяє отримати пелету необхідної якості.



1 – циклон; 2 – рукавний фільтр; 3 – вакуум-компресор; 4 – мийка;
5 – мішалка; 6 – транспортер стрічковий; 7 – екструдер подрібнюючий;
8 – вертикальна центрифуга з автоматичним розвантаженням; 9 – камера вакуумної сушки; 10 – дозатори; 11 – екструдер гранулюючий; 12 – ніж.

Рисунок 1 – Лінія виробництва пелет.

Відходи деревини вакуумним пристроєм перевантажуються до мийки 4, де потрапляють у воду та інтенсивно перемішуються, за рахунок чого пісок, глина та інші важкі частинки осідають на дно мийки та вивантажуються. Вакуумний розвантажувальний пристрій містить компресор 3, рукавний фільтр 2 та циклон 1. В нижній частині циклону знаходиться дозатор 10, який також виконає функцію гідрозатвору. Після мийки відходи деревини потрапляють в подрібнюючий екструдер 7, при цьому подрібнення відбувається з меншими

енерговитратами за рахунок відсутності сухого тертя.

Подрібнені відходи деревини у вигляді пульпи потрапляють до центрифуги 8, яка має ротор конічної форми та забезпечує зневоднення відходів до вологості $x_1 = 32 \frac{\text{кг води}}{\text{кг сух. реч.}}$, подальша вакуумізація 9 зневоднених відходів дозволяє інтенсивно видаляти вологу до $x_2 = 24 \frac{\text{кг води}}{\text{кг сух. реч.}}$, при цьому початкова температура відходів $t_{\text{поч}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ а кінцева $t_{\text{кінц}} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Екструдер гранулюючий 11 підпресовує відходи деревини та спеціальним пристроєм прошовхує через філь'єру, температура якої $t = 240 \text{ }^\circ\text{C}$. На виході з філь'єри утворюються стрижні діаметром $d = 6 \text{ мм}$, які обрізаються ножом що обертається на пелети довжиною $l = 15 \dots 20 \text{ мм}$.

Зона максимального тиску пресування відходів деревини знаходиться безпосередньо у отворах філь'єри. Підвищена температура філь'єри забезпечує фізичне та механічне скріплення частинок деревини.

Висновки:

1. Запропонована технологічна схема дозволяє зменшити енерговитрати на подрібнення в 2 рази [1];
2. Подрібнення дозволяє звільнити вологу всередині клітин та ефективно відділити її при центрифугуванні, що значно зменшує енерговитрати на процес сушіння;
3. Вакуумна сушка дозволяє використати низькотемпературні теплоносії ($100 \text{ }^\circ\text{C}$);
4. Підвід тепла відбувається у екструдері подрібнюючому, де відходи містять воду і теплопровідність суміші ($0,68 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$) у 4 рази більше ніж у деревини ($0,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$). Таким чином зменшується необхідна поверхня теплообміну.

Перелік посилань:

1. Ребрин С.П. и др. Технологии древесноволокнистых плит//Лесная промышленность, – М., 1971

УДК 621.181

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА З ВИНОСНОЮ КАМЕРОЮ
УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ МАСТИЛА**

студентка Труба А.М., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Очистка мастила відіграє важливу роль в машинобудуванні. Вона являє собою видалення непотрібних домішок у вигляді твердих забруднювачів і води. Реалізується це завдання за допомогою фільтрації та відцентрового очищення. Після очищення мастила, переходять до його переробки, яка ґрунтується на фізико-хімічних властивостях вихідного матеріалу.

Важливішим компонентом установки для очистки мастила є парогенератор. Тому вдосконалення його будови є доцільним.

Запропонований парогенератор з виносною камерою призначений для теплообміну, де теплота передається від одного до іншого теплоносія.

Недоліком є складність конструкції.

Поставлена задача вирішується тим, що парогенератор з виносною камерою складається з циліндричного кожуха, кришки і днища, а також трубної решітки із закріпленими в них теплообмінними трубками, циліндричний корпус містить вертикальну випарну циліндричну камеру.

Конструкція парогенератора показана на рисунку 1.

Парогенератор з виносною камерою складається з циліндричного кожуха 1, кришки і днища, які кріпляться до циліндричного кожуха 1. Теплообмінні трубки 9 закріплені до трубної решітки 10. Нагріваючий теплоагент потрапляє в кришку апарата по штуцеру 2, а відводиться – по штуцеру 3. Над циліндричним кожухом 1 парогенератора встановлено вертикальну випарну циліндричну камеру 6. Теплоносій, що випаровується надходить в міжтрубний простір парогенератора по штуцеру 4 і виходить через штуцер 5.

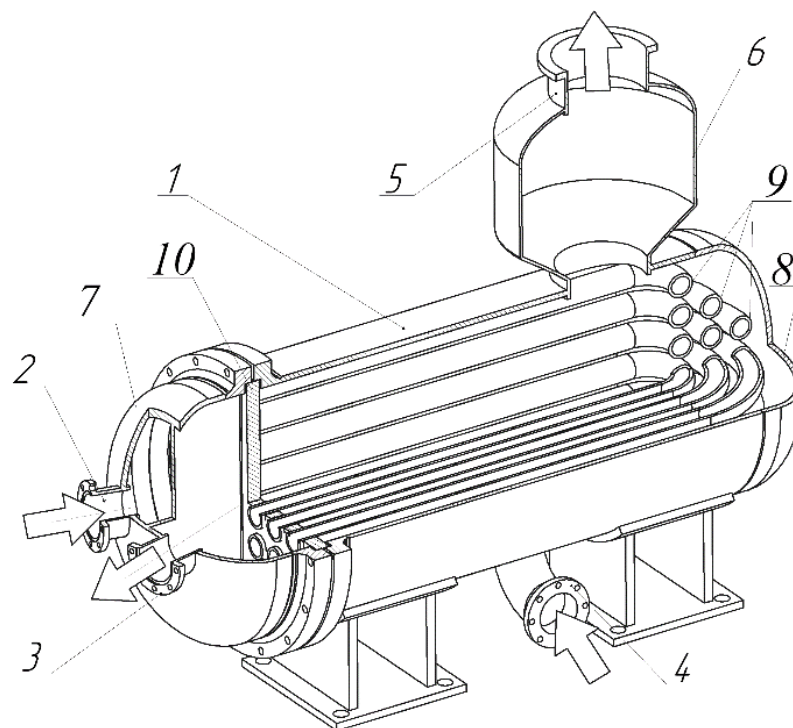


Рисунок 1 – Парогенератор з виносною камерою установки

Запропонована конструкція парогенератора з виносною камерою дозволить зменшити габарити апарату та збільшити тепловий потік, що передається через теплообмінні трубки і забезпечити збільшення продуктивності такого теплообмінного апарата.

Використана література:

1. Труба А.М., Степанюк А.Р. Модернізація парогенератора з виносною камерою для установки відділення розчинників від мастила / Корнієнко Я.М. // «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: ХІХ всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2016 р.) : зб. тез доп. –К.: НТУУ «КПІ», 2016р. – Частина 1.- С. 38-39.

2. Заявка 201607904 Україна Парогенератор / Труба А.М., Степанюк А.Р. - № u 201607904; заявк. 18.07.2016.

УДК 66.047.57

БАРАБАННА СУШАРКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СУПЕРФОСФАТУ

студент Чеберда В.О., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Суперфосфат – найбільш поширене просте мінеральне фосфорне добриво. Фосфор в суперфосфаті присутній в основному у вигляді монокальційфосфату і вільної фосфорної кислоти [1]. Застосовується на всіх ґрунтах як основне передпосівне, припосівне добриво і в підгодівлі [2].

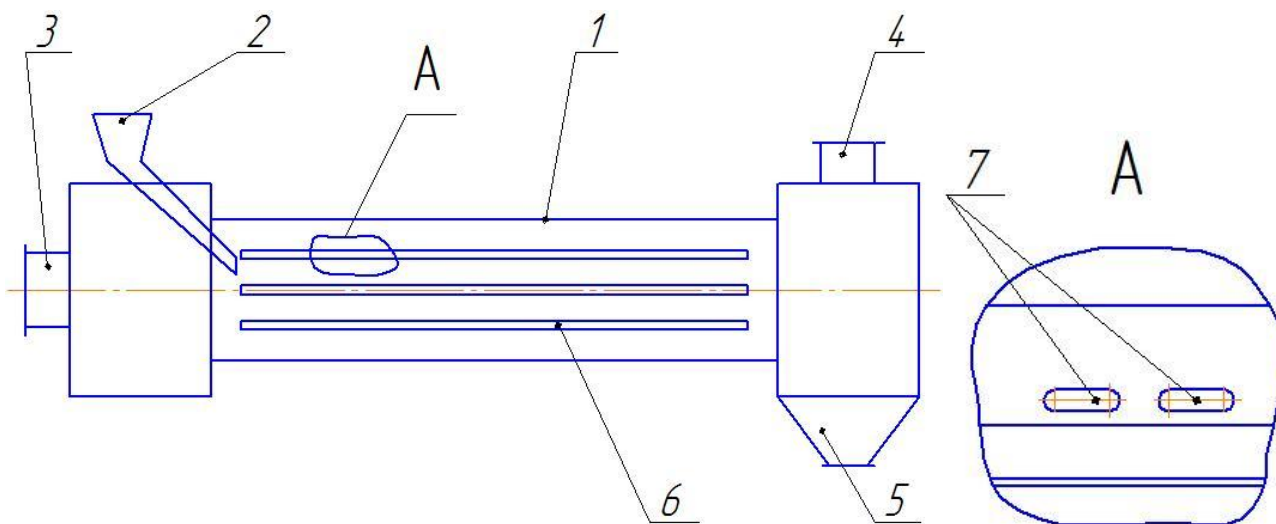
Популярність даної речовини пов'язана з тим, що вона, по-перше, є нетоксичною, стійкою до спалаху і вибуху, а по-друге, підходить практично для будь-якого типу ґрунту. Застосування суперфосфату дозволяє отримувати дуже високі врожаї. У технології його виробництва використовують центрифуги, сушарки, кристалізатори тощо. Недоліком таких конструкцій є те, що при їх роботі існують зони, де теплоносій контактує тільки з поверхневою частиною матеріалу [3].

Метою роботи є збільшення ефективності використання поверхні теплообміну та інтенсифікація процесу сушіння барабанної сушарки.

Поставлене завдання вирішується завдяки тому, що в барабані будуть розміщені лопатки, які у верхній частині мають спеціальні прорізи, що дасть нам збільшення площі контакту теплоносія та матеріалу, що висушується.

На рисунку 1 зображена барабанна сушарка для виробництва суперфосфату [4].

У барабанній сушарці обертається барабан (1), в якому встановлені лопатки (6), що мають спеціальні овальні прорізи (7) в верхній частині, які забезпечують більш інтенсивне перемішування та висушування суперфосфату. Через живильник (2) подається вологий матеріал, через штуцер (3) подається теплоносій а через штуцер (4) забезпечується його вихід. Бункер (5) забезпечує відхід висушеного матеріалу [4].



1-барабан; 2-живильник; 3-штуцер подачі теплоносія; 4-штуцер для виходу теплоносія; 5-бункер; 6-лопатки; 7-овальні прорізи.

Рисунок 1 – Барабанна сушарка для виробництва суперфосфату

Завдяки такій конструкції лопаток ми маємо можливість збільшити поверхню теплообміну та інтенсифікувати процес сушіння, і це дає нам перевагу над її аналогами.

Перелік посилань.

1. Чеберда В.О. Модернізація барабанної сушарки для виробництва суперфосфату / Чеберда В.О., Степанюк А.Р. // «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: XIX всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2016р.) : зб. тез доп. – К.: НТУУ «КПІ», 2016р. – С. 40-41.

2. <https://ru.wikipedia.org/wiki> від 01.03.2017

3. <http://chem21.info/info/651223/> від 01.03.2017

4. Патент № UA113401U, МПК F26B11/00 (2016.01). Барабанна сушарка /Чеберда В.О., Степанюк А.Р. – Опубл. 21.01.2017, Бюл. №2.

УДК 66.047

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА У ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

студент Чепурний Я.Р., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Оцтову кислоту застосовують для одержання лікарських і запашних речовин. У харчовій промисловості застосовується як консервант, регулятор кислотності та смакова приправа. Оцтова кислота має широке застосування і як розчинник. У хімічній промисловості з неї виробляють пластичні маси, різні барвники, лікарські речовини, штучне волокно (ацетатний шовк), незаймисту кіноплівку та багато інших речовин.

Виробництво оцтової кислоти забезпечується наступними процесами (рисунок 1): розчини каталізатора та ацетальдегіду циркуляційної оцтової кислоти подаються зі змішувачів 1 та 2 в нижню частину окислювальної колони–реактора барботажного типу 3. Парогазова суміш, що містить продукти окислення, виводиться з колони 3 через бризкоуловлювач 4 і надходить в конденсатор 5, де охолоджується ропою, і далі до сепаратора 6. Для запобігання можливості вибуху парогазова суміш, що виходить з колони, розбавляється азотом, який подається до бризков ловлювача 4. Рідка оцтова кислота, що виходить з бризковловлювача колони 3, ділиться на два потоки. Менший з них (циркуляційна кислота) направляється до змішувачів 1 та 2 для приготування розчинів каталізатора й ацетальдегіду, а більший надходить на ректифікацію до колони 9 для отримання товарного продукту.

Для охолодження оцтової кислоти останнім часом широко застосовуються повітряні холодильники. Перевагами повітряних холодильників перед іншими холодильниками є: універсальність, простота конструкції, надійність роботи, невелика ціна, до недоліків можна віднести малий коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря [1]. Повітряний холодильник відрізняється тим, що трубний пучок містить труби 2 еліптичного перерізу та їх оребрення 1 також виконано еліптичного перерізу таким чином, щоб довша вісь еліпса була паралельна векторам руху потоку охолоджуючого повітря (рисунок

2) [2].

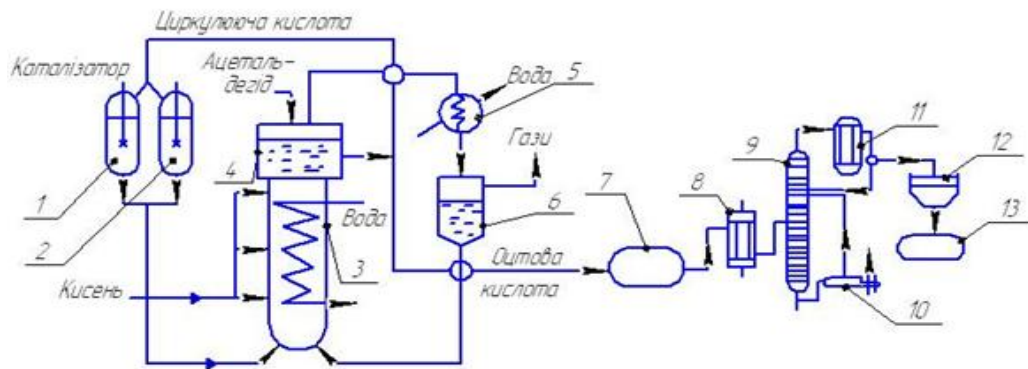
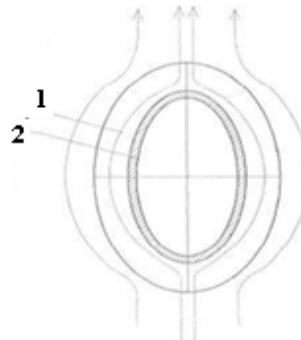


Рисунок 1– Технологічна схема



1– ребрення; 2 – труба

Рисунок 2– Схема модернізації повітряного холодильника

Використання запропонованого технічного рішення збільшує площу контакту фаз і, як наслідок віддачу тепла від стінки труби до повітря, що сприяє збільшенню ефективності роботи теплообмінника.

Перелік посилань:

1. Чепурний Я.Р. Модернізація повітряного холодильника у лінії виробництва оцтової кислоти // Степанюк А.Р. Збірник тез доповідей XIX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів" (12-13 грудня 2016р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 181 с

2. Деклараційний патент України на корисну модель № 104603 від 20.03.2016р.

УДК 66.047.57

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛОРИСТОГО БАРІЮ

студент Шиховцев Є.Р., к.т.н., доц. Степанюк А.Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Барій хлористий - неорганічний реактив, білий/світло-сірий порошок (або гранули), у формі безбарвних прозорих кристалів. Барій хлористий можливо отримати різними способами, наприклад:

- взаємодія металевого барію з хлором або взаємодія оксиду барію з соляною кислотою, взаємодія карбонату барію з соляною кислотою та ін .

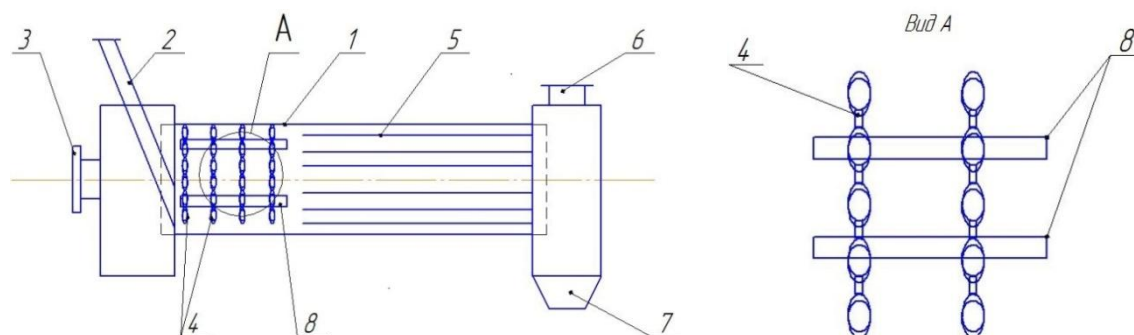
Хлорид барію широко застосовується:

- в хімічній промисловості при виробництві барвників та пігментів, для очищення розчинів від хроматів та сульфатів, для виробництва солей барію, у машинобудуванні та металургії: використовують в процесах гартування швидкорізальної сталі, для термічної обробки виробів, як нагрівальне середовище в технології гарячого пресування металів, в текстильній промисловості застосовують для освітлення шкіри; в кольоровій металургії: для отримання надчистого алюмінію; в сільському господарстві використовується для боротьби зі шкідниками [1].

Для висушування хлористого барію використовують барабанні сушарки, їх недоліком є те, що при роботі барабанної сушарки є зони, де теплоносій контактує тільки з поверхневою частиною матеріалу, що знаходиться в суцільному барабані, і тим самим зменшує ефективність апарата, а також інтенсивність процесу сушіння матеріалу, окрім того можливе укрупнення та злипання матеріалу, що сушиться.

Метою роботи є модернізація та проектування барабанної сушарки для виробництва хлористого барію. Поставлена задача вирішується тим, що в барабанній сушарці встановлено ланцюгові пристрої з лопатками та підйомно лопатеві пристрої.

На рисунку 1 зображена барабанна сушарка для сушіння хлористого барію [2].



- 1 - корпус; 2 – завантажувальна камера з живильником;
3 – штуцер подачі теплоносія; 4 – ланцюгові пристрої;
5 – підіймно лопатеві пристрої; 6 - повітропровід;
7 – розвантажувальна камера з бункером; 8 – лопатки.

Рисунок 1 – Барабанна сушарка для сушіння хлористого барію

Запропонована конструкція барабанної сушарки забезпечує збільшення ефективності подрібнення крупних частинок матеріалу при потраплянні їх в сушарку за допомогою ланцюгових пристроїв з лопатками, після чого подрібнений матеріал потрапляє на підіймно лопатеві пристрої і досушується до необхідного вологовмісту.

Перелік посилань.

1. Шиховцев Є.Р. Модернізація барабанної сушарки для виробництва хлористого барію / Шиховцев Є.Р., Степанюк А.Р.// «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: ХІХ всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених,

(12-13 грудня 2016р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 181с.

2. Пат. № 113402 Україна МПК (2016.01) F26B 11/00. Барабанна сушарка /Шиховцев Є.Р., Степанюк А.Р.; заявник національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». - № u 2016 07727; заявл. 13.07.2016; опубл. 25.01.2017, Бюл. № 2.

УДК: 621.664

ШЕСТЕРЕННИЙ НАСОС

студент Яцюк І. О., к.т.н., доц. Степанюк А. Р.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Шестеренний насос – це об'ємний насос роторного типу, робочим органом якого є дві шестерні, що входять в зачеплення [1] (Рис.1).

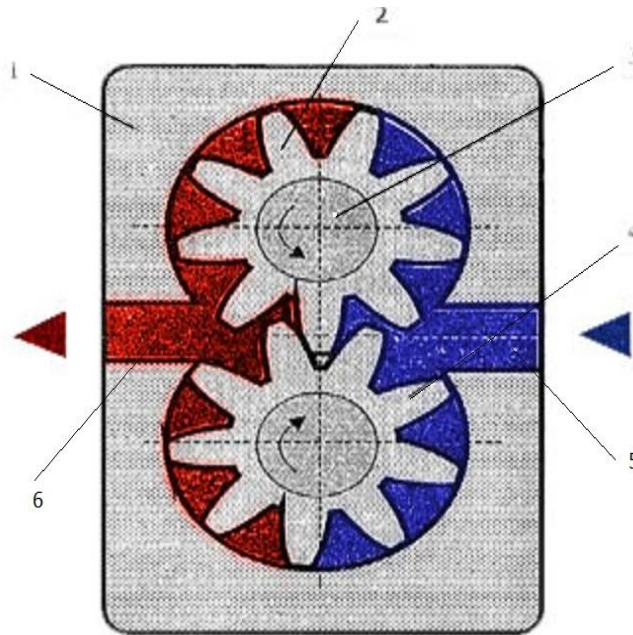


Рисунок 1 – Схема насосу

У розточеннях корпусу 1 розміщені ведуча шестерня 2, що приводиться в обертання валом 3, і ведена шестерня 4, що знаходиться в зачепленні з провідною шестернею і обертається по відношенню до неї в протилежному напрямку. Міжзубні западини і зуби шестерень утворюють робочі камери, обсяг яких збільшується при виході зубів із зачеплення і зменшується при вході в зачеплення. Рідина з всмоктуючої магістралі 5 заповнює міжзубні западини і переноситься обома шестернями в зону входу зубів у зачеплення, де вона видавлюється ними в нагнітаючу магістраль 6. Робочі камери з обох торців шестерень закриті кришками або спеціальними пластинами, причому товщина шестерень виконується дещо меншою відстані між кришками або пластинами, так що між шестернями і ними утворюється дуже малий осьовий зазор.

Очевидно, чим більше величина зазорів в конструкції насоса, тим більша кількість рідини зможе перетікати із зони нагнітання в зону всмоктування всередині насоса, але тим менше буде тертя між рухомими поверхнями, яке потрібно долати при обертанні шестерень. Величина внутрішніх витоків рідини являє собою об'ємні втрати, а величина тертя - визначає механічні втрати. Тому конструкція насоса визначається умовами роботи на які він розрахований [2].

Область використання шестеренних насосів [3]

Для роботи при тиску від 2,5 до 8,0 МПа використовують насоси без компенсації зазорів, а для роботи при тисках від 10 до 25 МПа - насоси з компенсацією осьових зазорів. Шестерінчасті насоси з зовнішнім зачепленням можуть мати як малі робочі об'єми - від 1 до 4 см³, так і порівняно великі - до 250 ... 400 см³, число оборотів приводного вала - від 750 ... 900 до 2500 ... 3000 об/хв. Шестеренчасті насоси широко використовуються в металорізальних верстатах, а також хімічній, целюлозно-паперовій, харчовій промисловостях.

Переваги шестеренного насосу:

- Рівномірний потік.
- Надійність конструкції і висока зносостійкість.
- Перекачування в'язких і рідких середовищ (різномірні рідини).
- Реверсивні операції – насос може працювати в обох напрямках.
- Простота конструкції і обслуговування.

Недоліком шестерінчастих насосів є неможливість регулювання подачі, підвищений рівень шуму в роботі, обумовлений порівняно великою пульсацією подачі, а також обмеженість ресурсу насосів з підшипниками кочення з ростом робочих тисків. Насоси з підшипниками ковзання не забезпечують надійної роботи при високому тиску на рідинах з малою в'язкістю.

Перелік посилань:

1. <http://www.metalstanki.com.ua/shesterenie-nasosy> від 06.03.2017
2. <http://engineers.hol.es/shesterinchastiy-nasos/> від 06.03.2017

https://ru.wikipedia.org/wiki/Шестерённая_гидромашина від

СЕКЦІЯ 2
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ
БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

УДК 66.048.911

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ

студент Бевз Д.О., к.т.н., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Лимонну кислоту широко використовують у харчовій, медичній, фармацевтичній, лакофарбовій промисловості та в деяких інших галузях народного господарства. Експериментально з цукру отримують 98 % лимонної кислоти, але на практиці вихід продукту менше, так як завжди мають місце втрати теплоти в випарному апараті, що призводить до зниження продуктивності, тому він і став об'єктом модернізації [1].

Мета модернізації – інтенсифікація процесу випаровування за рахунок підвищення стійкої плівкової течії рідини, що випаровується.

Поставлена задача виконується за рахунок розміщення в середині кип'ятильних труб спіральних вставок, виконаних у поперечному перерізі у формі циліндра, прилеглого до внутрішньої поверхні труби.

Оскільки випарний апарат, в якому відбувається упарювання лимонної кислоти відіграє важливу роль в технологічному процесі, то модернізація цього апарату дозволить суттєво збільшити ефективність виробництва.

Тема модернізації випарного апарату є актуальною, а на ідею модернізації та її конструктивного оформлення отримано патент України [2].

Перелік посилань:

1. Матеріал інформаційного сайту Wikipedia [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лимонна_кислота

2. Патент UA 103775 U, МПК B01D 1/22. Випарний апарат/Бевз Д.О.,
Степанюк А.Р.; заявлено 17.07.2015; опубліковано 25.12.2015, Бюл. №24.

УДК 66.048.911

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА-ОХОЛОДЖУВАЧА ЛІНІЇ
ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ**

студент. Волошин І.Л., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

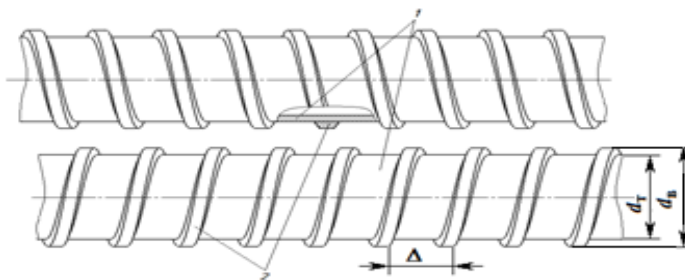
При виробництві кормових дріжджів важливе значення має раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, що, в значній мірі, залежить від ефективного використання теплообмінних апаратів [1].

Для вирішення цієї проблеми може зіграти широке впровадження ефективних методів інтенсифікації теплообміну при розробці й впровадженні теплообмінних апаратів, котрі є визначальними по матеріаломісткості та енерговикористанню не тільки на об'єктах спиртового виробництва, але й теплоенергетичній галузі, технологічних процесах хімічної, нафтопереробної, металургійній та інших галузях.

Метод інтенсифікації повинен бути ефективний при найменших енергетичних витратах, необхідних для відомих теплообмінних поверхонь, що повинно призвести до зменшення габаритів теплообмінних поверхонь. З цією метою був прийнятий спосіб інтенсифікації тепловіддачі за рахунок штучної додаткової турбулізації потоку теплоносія [2, 3].

Задача вирішується за рахунок того, що на теплообмінну трубу навиті подовжні ребра виконані у вигляді додаткових вставок із полімерного композиційного матеріалу, коефіцієнт теплового розширення якого не менший аналогічного показника матеріалу труби, за рахунок цього збільшується теплопередача між середовищами, що знаходяться у внутрішній і зовнішній поверхні труби за рахунок турбулізації теплоносія з зовні труби (рис.1).

Поверхня теплообмінної труби 1 (діаметром d_t); подовжні ребра 2 із полімерного композиційного матеріалу, виконані у формі гвинтових спіралей (d_n –наружний діаметр ребер; A - крок витків).



1 - поверхня теплообмінної труби; 2 – подовжні ребра.

Рисунок 1 – Схема теплообмінної труби

Обладнання зовнішньої сторони труби подовжніми ребрами, виконаними у вигляді додаткових вставок із полімерного композиційного матеріалу, коефіцієнт теплового розширення якого не менший аналогічного показника матеріалу труби спрощується і здешевлюється виробництво теплообмінних елементів зі штучними турбулізаторами потоку теплоносія, виключає механічний вплив на поверхню труб, а використання полімерного композиційного матеріалу із коефіцієнтом теплового розширення, що не менший аналогічного показника матеріалу труби, досягається фіксація штучних турбулізаторів за рахунок фрикційних властивостей матеріалу. При цьому збільшується поверхня теплообміну з боку міжтрубного простору.

Виконанням подовжніх ребер у формі гвинтових спіралей, при цьому напрям гвинтового обертання є різнонаправлений, однак ефективність методу інтенсифікації слід оцінити співвідношенням між ростом тепловіддачі (Nu/Nu_0) і коефіцієнтами опору (ξ/ξ_0).

Усередині труб ефективність методу зростає, якщо його застосування супроводжується інтенсифікацією теплообміну зовні труб, або якщо $\alpha_2 \gg \alpha_1$.

В результаті модернізації на 7..9% скорочується металоємність обладнання.

Перелік посилань

1. Технология производства дрожжей Скиба Е.А. 2010 – 121 с.
2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручник /Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К.:НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.1 – 416 с.
3. Теплообмінні апарати з профільованими кільцевими каналами – альтернатива пластинчастим в цукровій промисловості / В. П. Петренко, М. О. Прядко, В. І. Бурлака, В. Ф. Мокляк // Цукор України. - 2013. - № 1 (85).
4. Теплорассеивающие полимерные композиты в микроэлектронике. А. Криваткин, Ю. Сакуненко. Технологии в электронной промышленности, №62009.

УДК 66.045

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛОБМІННИКА «ТРУБА В ТРУБІ» В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЯБЛУЧНОГО СОКУ

студент Гайдін Є.М., к.т.н., доц. Андреев І.А.

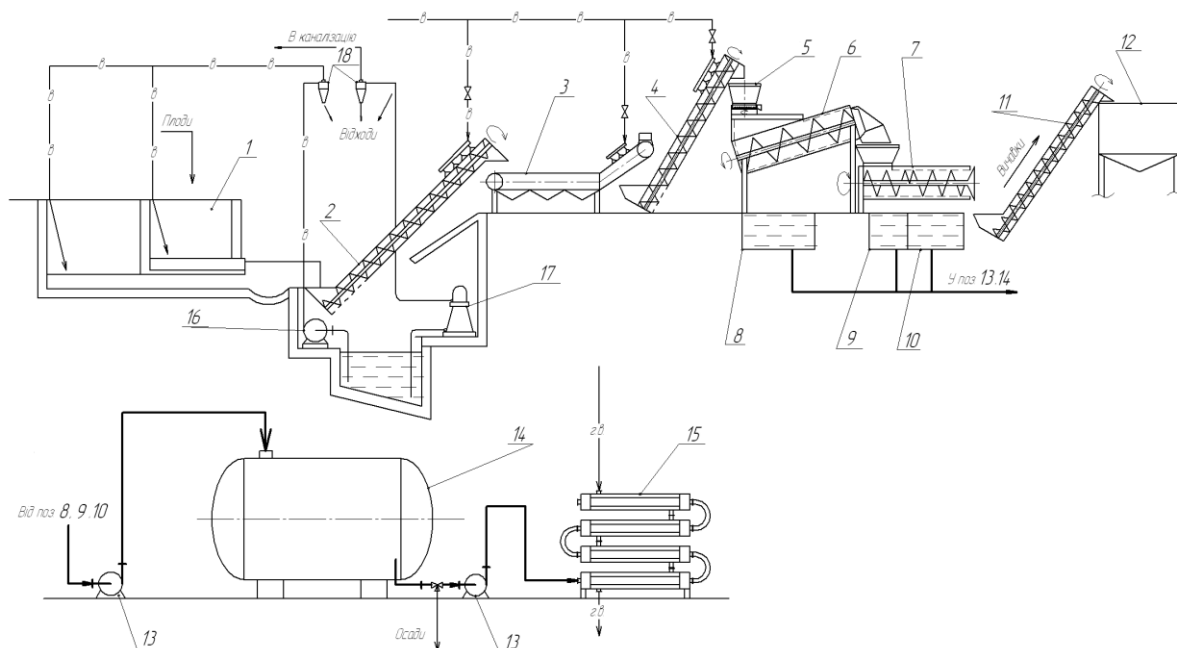
Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

В процесі переробки яблук на виноматеріали і висушені вичавки плоди спочатку завантажують у прийомний бункер 1 (див. рисунок). Гідравлічним транспортером плоди водою транспортуються у шнекову мийку 2, де плоди зрошуються чистою питною водою, яка рухаючись назустріч плодам, що піднімаються вгору, змиває з них домішки і бруд. У гідроциклоні 18 відбувається відділення дрібних домішок і піску від води, що викидаються в транспортний візок. Відділена вода зливається у каналізацію. Після мийки, плоди проходять сортування, видалення від них домішок і браку на інспекційному транспортері 3, де також проводиться додаткова мийка за допомогою зрошувача, встановленого на виході плодів із транспортера. Плоди, відділені від браку і домішок, надходять у нахилений шнек 4, що є живильником дробарки 5. При необхідності (при сильному забрудненні плодів) у нахиленому шнеку 4 встановлюють зрошувач для додаткової мийки.

З дробарки 5 отримана м'язга попадає в стікач 6, де відокремлюється частина соку, потім – у прес 7, де остаточно відбирається пресова фракція соку. З преса, віджата м'язга у виді яблучної вичавки транспортером 11 направляється в бункер відходів 12.

Самоплив і сік пресових фракцій збирається в збірниках 8, 9, 10. Насосом 13 сік перекачують у відстійний резервуар 14. Після відстоювання сік знімають з осадів і насосом направляють у теплообмінник «труба в трубі» 15. Сік в теплообміннику нагрівається до заданої температури і направляється на подальшу обробку.



1 – прийомний бункер; 2 – шнекова мийка; 3 – інспекційний транспортер;
4 – нахилений шнек; 5 – дробарка; 6 – стікач; 7 – прес; 8, 9, 10 – збірники;
11 – транспортер; 12 – бункер відходів; 13, 16, 17 – насоси; 14 – відстійний резервуар; 15 – теплообмінник «труба в трубі»; 18 – гідроциклон

Рисунок 1 – Апаратурно-технологічна схема переробки яблук на сік

Для зменшення кількості фланцевих з'єднань порівняно зі стандартними розбірними теплообмінниками «труба в трубі» у модернізованому апараті 15 фланці криволінійних патрубків виконуються горизонтальними [1]. Така конструкція дає змогу зменшити кількість фланцевих з'єднань зазначених патрубків з внутрішніми трубами з двох до одного, що зменшує їх матеріалоемність, а отже й теплообмінника в цілому. Крім того, таке виконання фланців спрощує виготовлення, складання й розбирання теплообмінника.

Перелік посилань:

1. Пат. 112663 У Україна МПК (2006.01) F28D 7/10. Теплообмінник «труба в трубі» / Андреев І.А., Мікульонок І.О., Гайдін Є.М.; заявник і патентовласник вони ж. — № u201606503; заявл. 14.06.2016; опубл. 26.12.2016, Бюл. № 24.

УДК662.758

МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИКА В ЛІНІЇ З ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ

студент Драгузя К.В., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В основу дипломного проекту закладена мета модернізації кожухотрубного холодильника в лінії виробництва біодизеля.

Поставлена мета в проекті вирішується при виконанні наступних задач: аналізу технологічного процесу, опису та обґрунтуванні обраної конструкції апарата, визначенні технічних характеристик апарата, аналіз конструкції та принципів дій апарата, порівняння проектного апарата з аналогами, патентний пошук, параметричні розрахунки проектного апарата, розрахунки на міцність, стійкість і жорсткість основних механічно-навантажених вузлів конструкцій апарата, розробка рекомендацій з монтажу та експлуатації обладнання, виконання складальних креслень проектного апарата, розробка вимог з охорони праці, аналіз економічної ефективності модернізації.

Холодильник являє собою порожнистий циліндр, до кінців якого кріпляться трубні решітки з трубами. До трубних решіток за допомогою фланців прикріплюються з однієї сторони апарата розподільча камера, яка зварена з днищем, а з протилежного боку апарата лише днище. В робочому стані апарат займатиме горизонтальне положення.

Модернізація апарата полягає у розміщенні на зовнішній стороні теплообмінних труб пружних дисків із матеріалу, котрий має не меншу теплопровідність за матеріал теплообмінних труб, а також не більший коефіцієнт температурного розширення. Розміщення дисків належним чином дозволяє підвищити критерій Рейнольдса, що позитивно впливає на коефіцієнти тепловіддачі та теплопередачі. Також безпосередньо за рахунок встановлення пружних дисків підвищується загальна площа

тепловіддачі зовнішньої поверхні труб, що також дозволяє зменшити кількість теплообмінних труб в робочій моделі апарату.

Продуктивність апарату складає 1 кг/с. Температурні показники середовищ мають такі значення: $t_{1п} = 14 \text{ }^\circ\text{C}$ – початкова температура рапсового масла; $t_{1к} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ – кінцева температура рапсового масла; $t_{2п} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ – початкова температура біопалива; $t_{2к} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$ – кінцева температура біодизельного пального. Габаритні розміри холодильника становлять 4,7x1x1 м.

В модернізації холодильника було отримано наступні параметри:

- номінальна площа теплообміну апарату складає 84 м^2 ;
- довжина труб теплообміну становить 4 м, а діаметр 0,6 м;
- завдяки модернізації вдалося досягти підвищення коефіцієнта тепловіддачі на 200%, а коефіцієнта теплопередачі на 100%;
- теплове навантаження с запасом на втрати 5% становить 57770 Вт;
- Умови міцності та стійкості всіх частин апарату виконуються.

В результаті проведеної модернізації, зокрема, встановлення пружних дисків на теплообмінних поверхнях, оптимізований процес теплопередачі, за рахунок чого досягнутий технічний ефект у вигляді зменшення (до 8%) матеріалів, що витрачаються на виготовлення пристрою у порівнянні із відомими конструкціями аналогічного призначення.

Перелік посилань

1. <http://autopark.pp.ua/354-bodizel-yak-alternativa-snuyuchim-vidam-paliva.html>. від 03.12.16 р.

2. Теплорассеивающие полимерные композиты в микроэлектронике. А. Криваткин, Ю. Сакуненко. Технологии в электронной промышленности, №62009.

УДК 663.127

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА В ЛІНІЇ
ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ**

студент Драгузя О.В., к.т.н., доц. Дахненко В.Л.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Метою дипломного проекту є модернізація апарата в лінії виробництва кормових дріжджів, а саме - ферментера.

Для досягнення даної мети в проекті поставлено наступні задачі: аналіз технологічного процесу, опис та обґрунтування обраної конструкції апарата, визначення технічних характеристик апарата, аналіз конструкцій та принципів дій апарата, порівняння проектового апарата з аналогами, патентний пошук, параметричні розрахунки проектового апарата, розрахунки на міцність, стійкість, жорсткість та вібростійкість основних механічно-навантажених вузлів конструкцій апарата, розробка рекомендацій з монтажу та експлуатації обладнання, виконання складальних креслень проектового апарата, розробка вимог з охорони праці, аналіз економічної ефективності модернізації.

Продуктивність виробництва за обраною технологічною схемою становить 193,1 т/рік. Виходячи з продуктивності, часу перебування розчину в апараті та коефіцієнта заповнення апарату ($\phi=0,65$) на виробництві, використовується ферментер ємністю 100м³. Габаритні розміри їх становлять 14,68x3x3,6. Ферментер являє собою циліндричний сталевий резервуар. Апарат має відкриту мішалку турбінного типу.

Суть модернізації полягає в тому, що вал перемішувального пристрою виконаний порожнистим із перфорацією у верхній частині (за межами корпусу), а система барботування виконана у вигляді додаткових форсунок, розташованих на лопатях в зоні кріплення лопатей до валу.

Ферментер має необхідну кількість штуцерів для подачі та відбору середовища.

При проведенні розрахунків було отримано наступні результати:

- Маса кисню, що проходить через міжфазну поверхню за період роботи ферментера $G_{O_2}=15 \cdot 10^{-3}$ кг. Умови роботи ферментеру забезпечують перенос до біомаси необхідної кількості кисню.

- Об'ємні витрати повітря $V_{\text{пов}}=1,719$ м³/год.

- Об'ємні витрати води $V_{\text{об}}=49,1$ м³/год.

- Сумарне теплове навантаження оболоні з урахуванням 4% втрат теплової енергії $Q_{\text{сум}}=2,034 \cdot 10^5$

- Встановлена потужність електродвигуна з урахуванням ККД $N_{\text{двиг}}=130 \cdot 10^3$ Вт . Приймаємо двигун потужністю $N_{\text{двиг}}=160$ кВт.

- Умови міцності та стійкості всіх частин апарата виконуються.

В результаті модернізації апарату час перебування середовища в апараті був зменшений до 8 годин, а також має місце економія матеріалів за рахунок встановлення порожнистого валу.

Перелік посилань

1. Андреев А. А., Брызгалов Л. Н. Производство кормовых дрожжей. — М.: Лесн. пром., 1973. — 296 с.

2. Кестельман В. Н., Веселов А. И. Оборудование для глубинного культивирования микроорганизмов в бродильной и микробиологической промышленности. Обзор. — М., 1970. — 83 с.

УДК 664.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОГО АПАРАТУ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ

студентка Лещенко О.А., к.т.н., ст. викл. Гулієнко С.В.

**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**

Цукрова промисловість є однією із найважливіших галузей агропромислового комплексу України. За кількістю підприємств, виробничою потужністю, забезпеченням кваліфікованими працівниками вона займає одне із чільних місць в харчовій промисловості, адже цукор – це харчовий продукт, що займає важливе місце в раціоні людини, оскільки енергія, яку людина витрачає заповнюється в тому числі і за рахунок цукру.

Найбільш енергоємним комплексом обладнання лінії виробництва цукру є випарна установка. Випарні апарати з природною циркуляцією мають обмеження за висотою теплообмінних труб і діаметром корпусу. Через це максимальна поверхня теплообміну в одному апараті є відносно малою. Тому на цукрових заводах великої технічної потужності встановлюється по 2 - 3 випарних апарати на одну ступінь багатокорпусної випарної установки.

Метою модернізації є інтенсифікування процесу теплообміну в міжтрубному просторі за рахунок турбулізації плівки водяної пари. Поставлена задача вирішується тим, що у випарному апараті, що містить корпус, теплообмінні труби, штуцери для входу і виходу середовищ, згідно корисної моделі, що пропонується на теплообмінних трубах виконати турбулізуючі вставки у формі піраміди.

Випарний апарат складається з гріючої камери 1, труб 2, патрубку для входу початкової суміші 3, патрубку для входу гріючої пари в міжтрубний простір 4, патрубку для виходу конденсату 5, патрубку виведення упареного розчину 8, патрубку виведення вторинної пари 9, сепаратора 6.

Початкова суміш через патрубок 3 потрапляє в трубний простір гріючої камери 1, яка містить труби 2 які закріплені з обох сторін за допомогою

трубних решіток. В міжтрубний простір через патрубок 4 входить гріюча пара, яка нагріває розчин в трубах і конденсується. Конденсат стікає плівкою, плівка турбулізується за рахунок турбулізуючих ставок виконаних у формі піраміди 7. Конденсат виходить через патрубок 5. Парорідинна суміш попадає в сепаратор 6, де відокремлюється вторинна пара і виводиться через патрубок 9 упареного розчину виводиться через патрубок 8.

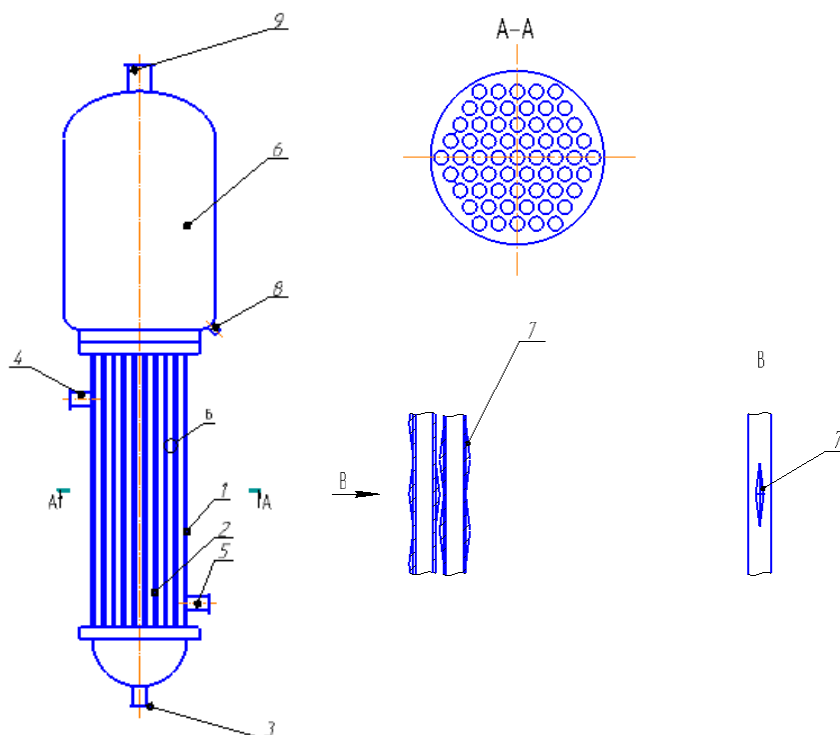


Рисунок 1—Загальний вигляд апарата

Таке виконання випарного апарата дозволяє турбулізувати плівку стікаючого конденсату без блокування значної поверхні теплообмінних труб тим самим інтенсифікувати процес тепловіддачі і при цьому турбулізуючі вставки не займають великої площі теплообмінних труб.

Перелік посилань

1. Патент № 113124 Україна, МПК(2006.01) B01D1/06 заявлено 13.07.2016, опубл. 10.01.2017

УДК 661.717.3

МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛІЗИНА

студент Метліна М.М., к.т.н., доц. Зубрій О.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Метою дипломного проекту є модернізація установки виробництва лізину, а саме - ферментера. Суть модернізації полягає в встановленні секційної оболоні, яка також відіграє роль теплообмінника та встановлення мішалки з перфорованими лопатями та вигинами в місцях отворів [1].

Для досягнення даної мети в проекті поставлено наступні задачі: аналіз технологічного процесу, опис та обґрунтування обраної конструкції апарата, визначення технічних характеристик апарата, аналіз конструкцій та принципів дій апарата, порівняння проектного апарата з аналогами, патентний пошук, параметричні розрахунки проектного апарата, розрахунки на міцність, стійкість, жорсткість та вібростійкість основних механічно навантажених вузлів конструкцій апарата, розробка рекомендацій з монтажу та експлуатації обладнання, виконання складальних креслень проектного апарата, розробка вимог з охорони праці, аналіз економічної ефективності модернізації.

Продуктивність виробництва за обраною технологічною схемою становить 2500 т/рік. Виходячи з продуктивності, часу перебування розчину в апараті (60 годин) та коефіцієнта заповнення апарату ($\varphi=0,6$) на виробництві, використовується 6 ферментерів ємністю 160м³. Габаритні розміри їх становлять 21,84x3,2x3,56 [2].

Ферментер являє собою циліндричний сталевий резервуар. Механічні перемішуючі пристрої мають три основних частини: мішалки, вал та привід. Мішалка з робочим елементом пристрою закріплена на вертикальному валу. Апарат має мішалку турбінного типу, що складаються з валу та трьох пар лопатей.

Ферментер має необхідну кількість штуцерів для подачі та відбору середовища. У кришці апарата розміщений люк, який необхідний для огляду, очистки та ремонту апарата.

Розрахунок апарата зводиться до параметричного розрахунку та розрахунків на міцність. При проведенні даних розрахунків було отримано наступні результати:

- Маса кисню, що проходить через міжфазну поверхню $G_{O_2}=0,64$ кг /с. При цьому умовою роботи ферментера є перенос до біомаси $0,15$ кг /с.
- Об'ємні витрати повітря $V_{\text{по}}=1,719$ м³/год.
- Об'ємні витрати води $V_{\text{об}}=4,1$ м³/год.
- Сумарне теплове навантаження оболоні з урахуванням 4% втрат теплової енергії $Q_{\text{сум}}=2,034 \cdot 10^5$
- Встановлена потужність електродвигуна з урахуванням ККД $N_{\text{двиг}}=130 \cdot 10^3$ Вт . Приймаємо двигун потужністю $N_{\text{двиг}}=160$ кВт.
- Умови міцності та стійкості всіх частин апарата виконуються.

Перелік посилань

1. Патент № 103773 (UA), МПК В01F 7/16 1/06. Ферментер / Метліна Марина Сергіївна (UA), Степанюк Андрій Романович (UA); Заявка № u 2015 07184, 17.07.2015; Опубл. 25.12.2015; Бюл. № 24.
2. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. — М.: Машиностроение, 1970. — 412 с.

УДК 66.045

УДОСКОНАЛЕННЯ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННОГО АПАРАТА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТЕРИЛЬНОГО АЕРАЦІЙНОГО ПОВІТРЯ

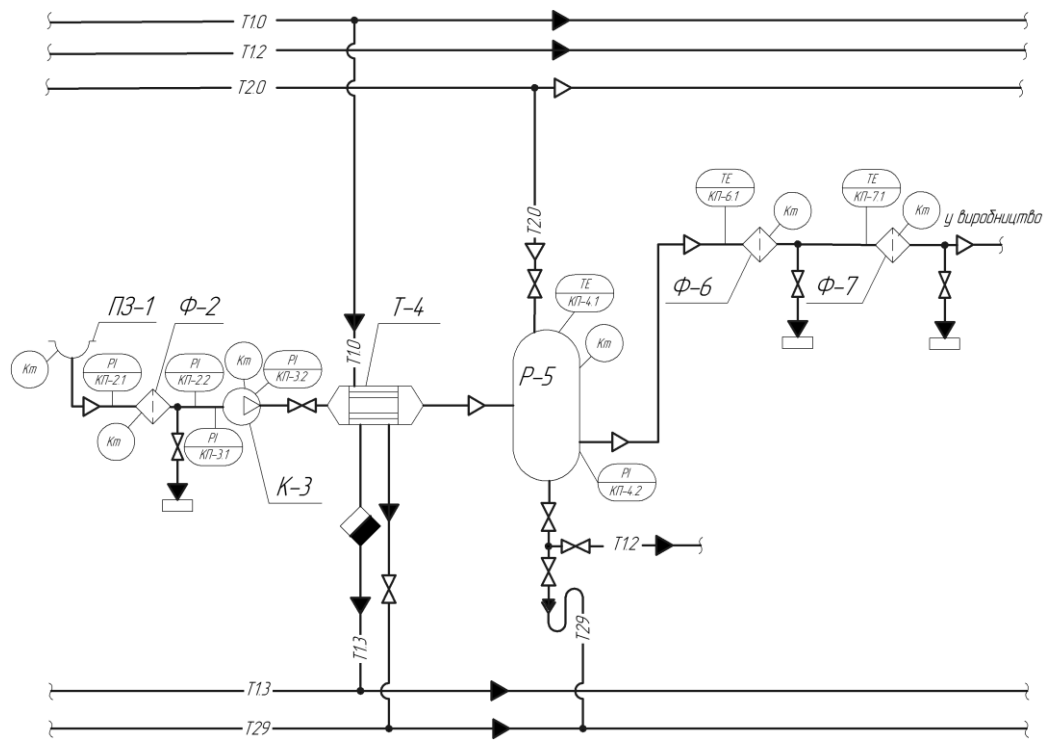
студент С.Г.Мішуков, к.т.н., доц. І.А.Андреєв

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

В процесі підготовки технологічного стерильного аераційного повітря для проведення аеробного культивування атмосферне повітря, проходячи через повітрязабірник Пз-1, подається на фільтр попередньої очистки повітря від образивних контамінантів механічного походження Ф-2, далі очищене повітря подається на компресор К-3 для його стискання і подачі на кожухотрубний теплообмінник Т-4 для охолодження очищеного повітря водою (див. рисунок). В труби подається очищене повітря за допомогою компресора, а в міжтрубний простір подається вода. Далі повітря подається на ресивер Р-5 для стабілізації термодинамічних параметрів при регулюванні рівномірності потоку. Очистка від мікробних контамінантів відбувається на головному фільтрі Ф-6 і термінальна стерилізуюча фільтрація – на індивідуальному фільтрі Ф-7.

Застосування у технологічному процесі кожухотрубного секційного теплообмінника (позиція Т-4) дозволяє істотно зменшити габаритні розміри і матеріалоемність апарата. В модернізованому кожухотрубному апараті, що пропонується для застосування замість стандартного теплообмінника кожна секція виконується у вигляді прямого правильного багатогранника, а сусідні секції мають спільну стінку у вигляді бокової грані, при цьому сусідні секції сполучені між собою по міжтрубному простору за допомогою отвору в їхній спільній стінці. У найприйнятнішому прикладі виконання апарата щонайменше на одну поверхню спільних стінок сусідніх секцій наноситься теплоізоляційне покриття [1].



ПЗ-1, – повітрязабірник; Ф-2, – фільтр попередньої очистки повітря;
 К-3 – компресор; Т-4 – теплообмінник; Р-5 – ресивер; Ф-6 – головний фільтр;
 Ф-7 – індивідуальний фільтр

Рисунок – Схема стадії підготовки аераційно-технологічного повітря

Наявність у сусідніх секцій спільної стінки, а також їх сполучення між собою по міжтрубному простору за допомогою отвору в їхній спільній стінці не лише зменшує поперечні розміри апарата, але і його матеріалоємність. Нанесення же на одну поверхню спільних стінок сусідніх секцій теплоізоляційного покриття знижує інтенсивність теплообміну між потоками теплоносія міжтрубного простору, що рухаються в сусідніх секціях.

Перелік посилань:

1. Пат. 110425 U Україна МПК (2016.01) F28D 7/00. Кожухотрубний теплообмінний апарат / Андреев І.А., Мікульонок І.О., Мішуков С.Г.; заявник і патентовласник вони ж. – № у 201603363; заявл. 01.04.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19.

УДК 661.746.54

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА
ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ**

студентка Ю.П.Новікова, к.т.н., доц. О.Г.Зубрій

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Ферментер – апарат в якому протікає основний процес мікробіологічного виробництва – утворення нового продукту чи біомаси в результаті складних біохімічних реакцій.

Головною вимогою до ферментерів є збереження стерильності, тому вони повинні бути герметичними не тільки в процесі біосинтезу, але й на стадіях підготовки поживного середовища, отримання посівного матеріалу і культивування. Важливим є також вибір матеріалів устаткування. Вони мають бути кислотостійкими, антикорозійними і не повинні інгібувати процеси, що проходять в апаратах[1].

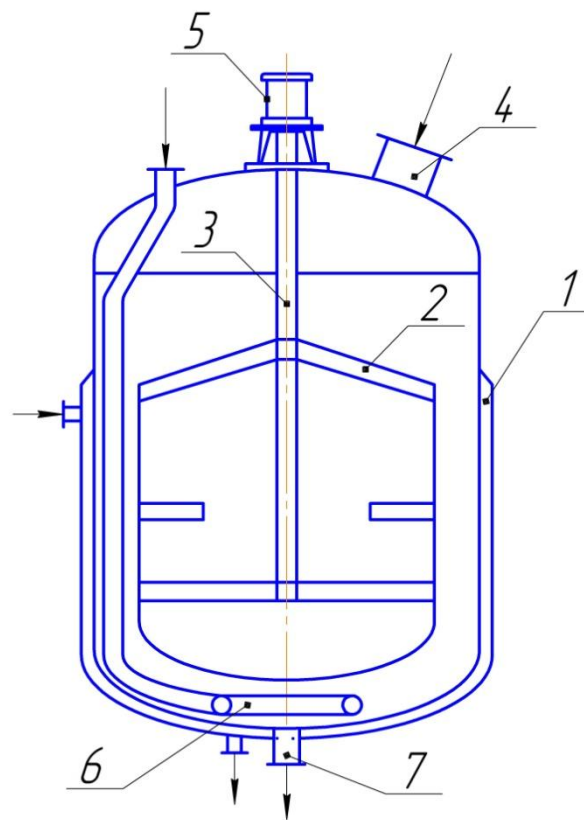
В основному використовують нержавіючі сталі типу 12Х18Н9Т – ця сталь стійка до корозії та кислот, але недоліком її є висока вартість. Тому пропонується використати алюміній, який також стійкий до корозії та кислот, але ціна нижча ніж у нержавіючі сталі.

Для виробництва лимонної кислоти найкраще підходить ферментер з комбінованим підводом енергії, тобто з підведенням енергії газовою та рідинною фазами. Це циліндрична посудина, яка оснащена механічною мішалкою і барботером, який встановлюється, як правило, під нижнім ярусом мішалки [2].

При виборі перемішуючого пристрою важливу роль відіграють фізичні параметри перемішуваної речовини. Для даного апарату обираємо рамну мішалку, перевагами якої є простота та невелика вартість конструкції.

Велике значення для ферментації має система аерації. Необхідною умовою є баланс кисню, який розчиняється рідині та кількість кисню, яка споживається мікроорганізмом. Повітря для аерації надходить у ферментатор

через барботер. Для кращої аерації повітря будемо додатково подавати через вал мішалки.



1 – оболонка; 2 – мішалка; 3 – вал; 4 – вхідний патрубок;
5 – електропривід; 6 – барботер; 7 – вихідний патрубок

Рисунок 1 – Схема ферментера

Перелік посилань

1. Бекер М.Е. Введение в биотехнологию; пер. с латын. / М.Е. Бекер– М.: Пищевая пром-сть, 1978. – 237 с.
2. К.А. Калунянц, Л.И. Голгер Балашов В.Е. "Оборудование микробиологических производств" - М.: Агропромиздат, 1987. - 398с.

УДК 663.1

ІНОКУЛЯТОР УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ГЛУТАМІНОВОЇ КИСЛОТИ

студент Новодворський В.В., ст.викл. Гулієнко С.В.

**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"**

Глутамінова кислота відноситься до життєво необхідних амінокислот, що грає найважливішу роль в процесах обміну речовин людського організму і тварин.

Вона застосовується як медичний препарат в важких випадках виснаження нервової системи, при втраті пам'яті, аміачних отруєнні організму; її застосовують також при дитячих нервових захворюваннях, епілепсії, шизофренії та інших душевних захворюваннях. Глутамінова кислота застосовується при білкової недостатності, в лікувальному харчуванні і зуболікарській справі. Вона має захисну дію від X-променів.

Глутамінова кислота виготовляється мікробіологічним синтезом з використанням меляси в якості сировини. Одним з основних видів обладнання є інокулятор. Саме тому доцільно модернізувати даний апарат.

Метою модернізації є забезпечення рівномірного розподілення газу в рідині та необхідну інтенсивність перемішування при використанні простіших перемішуючих пристроїв.

Інокулятор, що містить корпус, оболонку, пристрій для введення газу, вал з перемішуючими пристроями, який відрізняється тим що нижній перемішуючий пристрій виконаний лопатевим, а верхні перемішуючі пристрої виконані пропелерними. Схема апарата показана на рисунку 1. Він складається з корпусу 1, пристрою для введення газу 2, валу 3 з нижнім і верхніми перемішуючими пристроями 4 і 5.

Інокулятор працює наступним чином. Зверху завантажується реагуюча маса, знизу пристрій для введення газу 2 подає повітря і за рахунок обертання

валу 3 знизу забезпечується рівномірне розподілення повітря(за рахунок нижнього перемішуючого пристрою лопатевої конструкції 4), а зверху інтенсивна циркуляція розчину(за рахунок верхнього перемішуючого пристрою пропелерної конструкції 5).

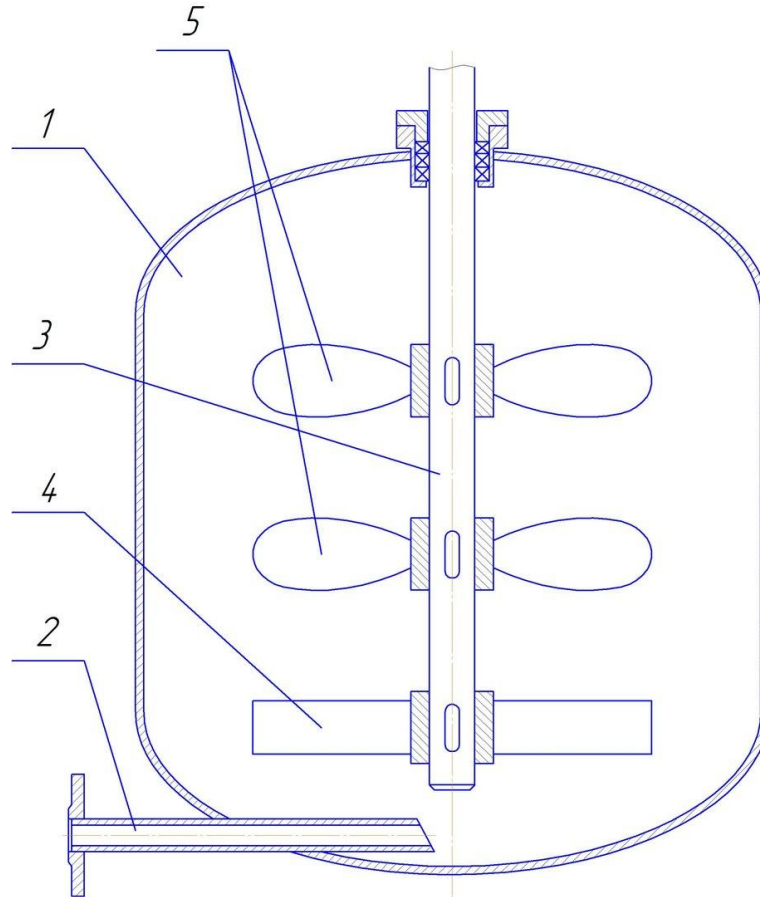


Рисунок 1 – Схема інокулятора

Така конструкція дозволяє забезпечити рівномірне розподілення газу в рідині та необхідну інтенсивність перемішування при використанні простіших перемішуючих пристроїв.

Перелік посилань

:

1. Мосичев М.С., Складнев А.А., Котов В.Б. Общая технология микробиологических производств.-М.: Легкая и пищевая пром-сть. 1982.-264с.

УДК 66.045.5

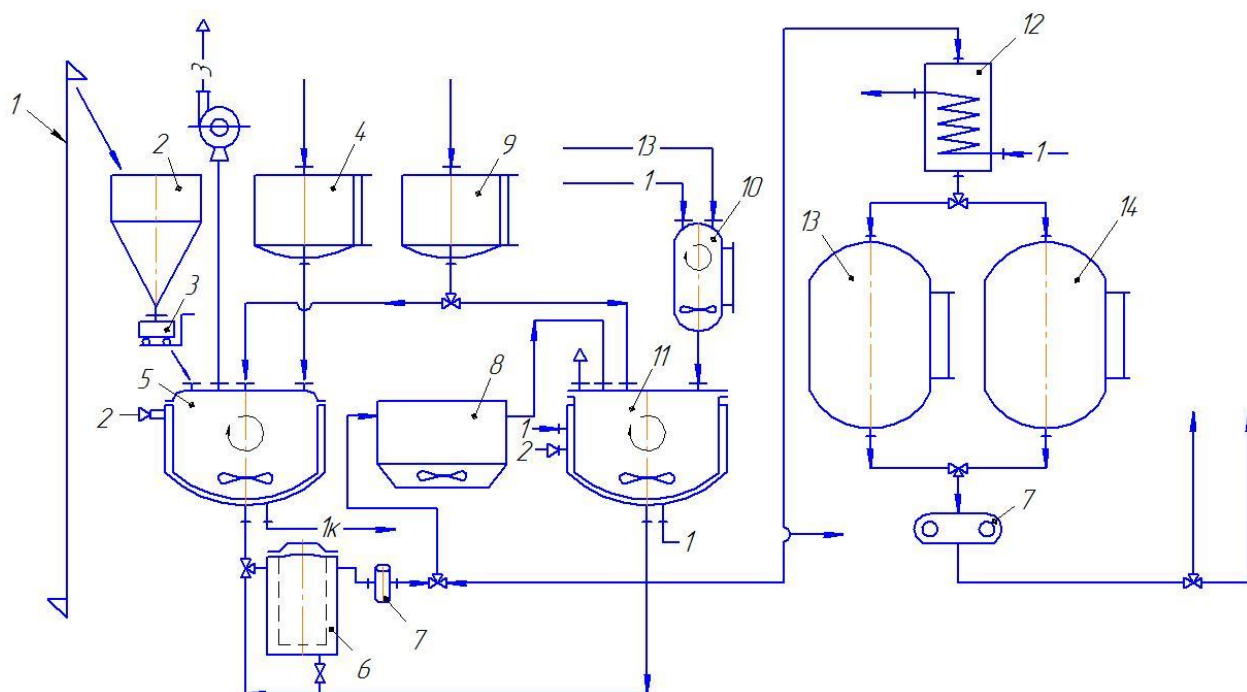
УДОСКОНАЛЕННЯ АПАРАТА ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРОВОГО СИРОПУ

студент Пищик Б.І., к.т.н., доц. Андреев І.А.,

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Схема виготовлення двох сортів цукрового сиропу, які застосовуються для приготування квасів шумування і напоїв із зернової сировини подана на рисунку.



- 1- норія; 2- збірник; 3- ваги; 4, 9, 10, 13, 14 – збірники – мірники;
5, 11 – сироповарочний апарат; 6 – сітчастий фільтр; 7 – шестерний насос;
8 – апарат повітряного охолодження; 12 – змійовиковий теплообмінник

Рисунок – Технологічна схема виготовлення цукрового сиропу

Апарат повітряного охолодження застосовується при приготуванні інвертованого сиропу. В цьому випадку цукор-пісок подається норією 1 в збірник 2 і через ваги 3 направляється в сироповарочний апарат 5. Сюди ж після проходження збірника-мірника 4 заливається питна відфільтрована вода. В апараті 5 при перемішуванні сироп доводять до температури 100°C і кип'ятять протягом 30 хвилин, після чого фільтрують через сітчастий фільтр 6.

Відфільтрований гарячий цукровий сироп концентрацією 60...65 мас. % шестерінчастим насосом 7 направляють на охолодження до температури 70⁰ С в апарат повітряного охолодження 8, а потім піддають інверсії в апараті 11. Гарячий інвертований сироп фільтрують через фільтр 6. За допомогою насоса 7 його подають на охолодження в теплообмінник 12. У разі використання рідкого цукру останній зі збірника 9 направляється відразу в апарат 11 для інверсії. Її гідроліз до глюкози і фруктози здійснюється в апараті 11 під дією 50 %-го водного розчину лимонної кислоти при температурі 70⁰ С протягом 2 годин. Розчин лимонної кислоти зберігають у збірнику-мірнику 10. Профільтрований і охолоджений до температури 20⁰ С в змієвиковому теплообміннику 12 сироп зі збірника-мірнику 14 направляється на виробництво напоїв із зернової сировини. Ступінь інверсії 45...55%.

В удосконаленому апараті повітряного охолодження 8 пристрій для розподілу води в повітряному потоці виконується у вигляді розміщеної в напрямному апараті над відцентровим вентилятором газорозподільувальної решітки з шаром зернистого матеріалу або насадкових елементів на ній. Застосування гранул керамзиту сприятиме ефективному перенесенню води у повітряний потік (внаслідок гладкій склоподібній поверхні керамзиту) та істотно зменшить масу шару зернистого матеріалу на газорозподільувальній решітці (внаслідок малій густині керамзиту) [1].

Пропонована конструкція апарата повітряного охолодження істотно поліпшує надійність його роботи за рахунок забезпечення надійного розпилювання води й розподілу утворених крапель у повітряному потоці.

Перелік посилань:

1. Пат. 110426 U Україна МПК (2006.01) F28B 1/06, F28D 3/02; (2016.01) F28D 5/00. Апарат повітряного охолодження / Андреев І.А., Мікульонок І.О., Пищик Б.І.; заявник і патентовласник вони ж. – № u 201603364; заявл. 01.04.2016; опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19.

УДК 66.045

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО ТЕПЛОБМІННИКА

В ЛІНІЇ ОБГУМОВУВАННЯ МЕТАЛОКОРДУ

студент Є. В. Романюк, к.т.н., доц. І. А. Андреев

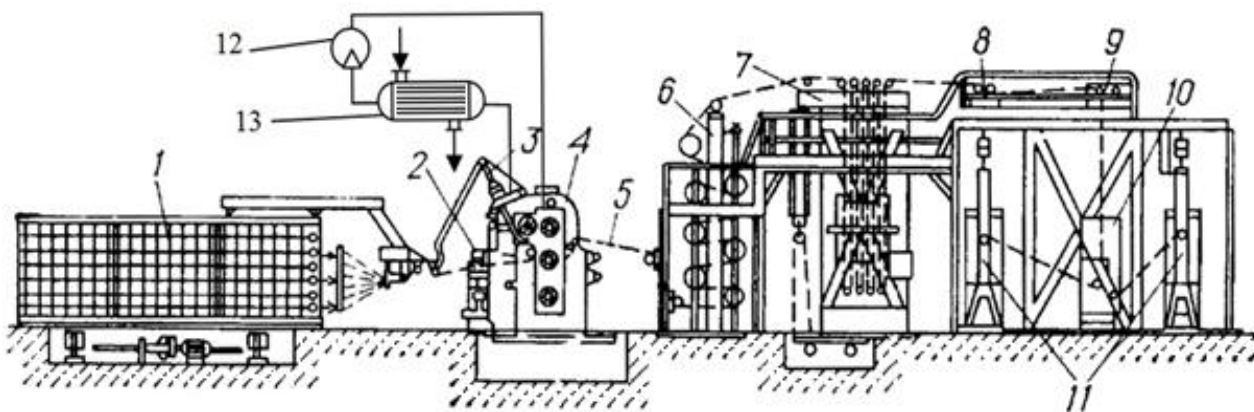
Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

В процесі обгумовування металокорд за допомогою шпулярника 1 подається через стикувальний прес 2 і направляючий пристрій 3 до каландру 4 (див. рисунок). Обгумоване полотно металокорду 5 охолоджується на валках 6 і подається через компенсатор 7 на центруючий 8 і тягнучий 9 пристрої. Завершальною стадією лінії є розрізання обгумованого металокорду на станку 10 та закатування на станку з кареткою 11. Через теплообмінник 13 за допомогою насосу 12 циркулює охолоджувальна рідина, яка відбирає теплоту дисипації енергії гумової суміші. Охолодження каландра 4 дозволяє підтримувати необхідний температурний режим в потрібних межах (від 50°C до 80°C) і попереджає небажане перегрівання, що може відбутись у тонких листових заготовках.

В удосконаленому теплообміннику 13 в порожнині кришки, де підводиться в трубний простір теплоносій для охолодження, забезпечується плавний вхід цього теплоносія в теплообмінні труби за рахунок встановлення пластини з розбортовками, які розташовані всередині вхідних ділянок теплообмінних труб [1, 2].

Таким чином здійснюється захист найбільш уразливих частин вхідних ділянок теплообмінних труб від ерозійного зношування, зменшується гідравлічний опір трубного простору теплообмінника, підвищується термін служби й надійність теплообмінника в цілому. Самі пластини при умові ерозійного руйнування нескладно виготовити й замінити.



- 1 – шпуляльник; 2 – прес для стиковки металокорду; 3 – направляючий пристрій; 4 – каландр; 5 – полотно об гумованого металокорду;
6 – охолоджувальна машина; 7 – компенсатор; 8 – центруючий пристрій;
9 – тягнучий пристрій; 10 – відрізний станок; 11 – закатувальний станок з кареткою; 12 – насос; 13 - теплообмінник

Рисунок – Технологічна схема каландрової лінії обгумовування металокорду

Перелік посилань:

1. Пат. 112664 U Україна МПК (2016.01) F28D 7/00. Кожухотрубний теплообмінник / Андреев І. А., Мікульонюк І. О., Романюк Є. В.; заявник і патентовласник вони ж. — № u201606504; заявл. 14.06.2016; опубл. 26.12.2016, Бюл. № 24.

2. Андреев І.А. Модернізація кожухотрубного теплообмінника / І.А.Андреев, Є. В. Романюк // Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: XIX всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 12-13 грудня 2016 р.): тез. допов. – 2016.– С.69-70.

УДК 661.746.2

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ У СХЕМІ
ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ**

студентка Саввіна В.І., к.т.н., доц. Швед М.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Молочна кислота є кінцевим продуктом молочнокислого бродіння, яке проходить при прокисанні цукровмісних речовин. Молочна кислота широко застосовується у харчовій промисловості та сільському господарстві.

Метою модернізації є ефективне очищення вторинної пари від крапель рідини.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що випарний апарат оснащений відцентровим сепаратором, який складається з декількох циліндрів, закріплених на верхній кришці апарата та виконаних у формі циліндро-конічної ємності, на циліндричній частині якої встановлені тангенціальні плоскі сопла, що розташовані з зсувом одне відносно іншого.

Така конструкція сприяє ефективному очищенню пари від крапель рідини. Таким чином, насичена пара може бути використана у виробництві повторно, що являється економічно вигідним рішенням. Крім цього, принцип роботи даного сепаратора робить його самоочисним, тобто сепаратор не потребує очистки.

Тема модернізації є актуальною, а на ідею модернізації випарного апарату та конструктивне оформлення отримано патент України[1].

Перелік посилань:

1. Патент України. МПК В01D 1/00. Випарний апарат / Саввіна В.І., Швед М.П., UA 103776 U, зареєстровано 25.12.2015р.

УДК 66.047.4.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ РОЗПИЛЮЮЧОЇ СУШАРКИ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА БІОВІТУ

студентка Шемета С.А., ст. викл. Гулієнко С.В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Розвиток біотехнології та її роль у науково-технічному прогресі має важливе значення для створення матеріально-технічної бази суспільства. Високі економічні вимоги щодо рентабельності виробництва в ринкових умовах змушують тваринників використовувати технології, що забезпечують максимальний рівень продуктивності тварин, ефективне використання кормових засобів і зниження витрат кормів на виробництво продукції. Для кращого засвоєння організмом тварин корисних речовин та вітамінів використовують біовіт, процес виробництва, якого є досить складний і тривалий. Сушіння під час виробництва біовіту має ключове значення, адже від якості просушки залежать властивості готової продукції.

Розпилювальне сушіння, як і ліофільне, є найпоширенішим способом одержання продуктів мікробіологічного синтезу з нативних розчинів, оскільки забезпечує сушіння рідин протягом декількох секунд. Конкретно розпилювальні сушарки застосовують для одержання сухих бактеріальних препаратів, антибіотиків, вакцин та інших продуктів фармацевтичної групи.

Модернізована розпилююча сушарка (рисунок 1) складається з сушильної камери 1, з розпилювача 2, лінія підведення теплоти 3, лінії подачі периферійного потоку 4, в якому формуються вертикальні вихори, лінії для подачі центрального потоку 5, лінія відводу відпрацьованого теплоносія 6, лінія відведення висушеного продукту 7.

Сушарка працює таким чином, висушуваний матеріал диспергується за допомогою розпилювача 2 у верхній частини сушильної камери 1. Через лінію підведення теплоти 3 в нижню частину камери 1 подаються відповідно периферійний і центральний потоки через лінії подачі 4 та 5. При цьому периферійний потік формується з вертикальних вихорів, в якому суміжні вихори закручуються відносно один одного в протилежних напрямках, а центральний потік з радіальних потоків, кожен з яких подають між суміжними вертикальними вихорами, що мають з ним один напрям. При цьому,

піднімаючись вертикально, центральний потік займає в сушильній камері 1 об'єм, що обмежений периферійними вертикальними вихорами. У середині кожного вихору швидкість теплоносія зростає від центру до периферії. Тому найбільші частки, потрапляючи в периферійну зону (де найвищі коефіцієнти тепло- і масообміну), можуть переходити в периферійних зони сусідніх вихорів при їх контакті з камерою. Це збільшує час сушіння найбільш великих часток. У той же час з зменшенням розміру частинок усередині кожного вихору від периферії до центру скорочується їх час перебування в сушильній камері 1. Таким чином відбувається саморегулювання інтенсивності сушіння полідисперсних частинок і вирівнювання їх кінцевої вологості. Крім того, кожен вихор є сепараційною камерою, у середині якої крім поділу на дрібні і великі гранули, що опускаються вниз (готовий продукт), в центральній частині вихору відбувається винесення пилоподібних фракцій в верхню частину сушильної камери.

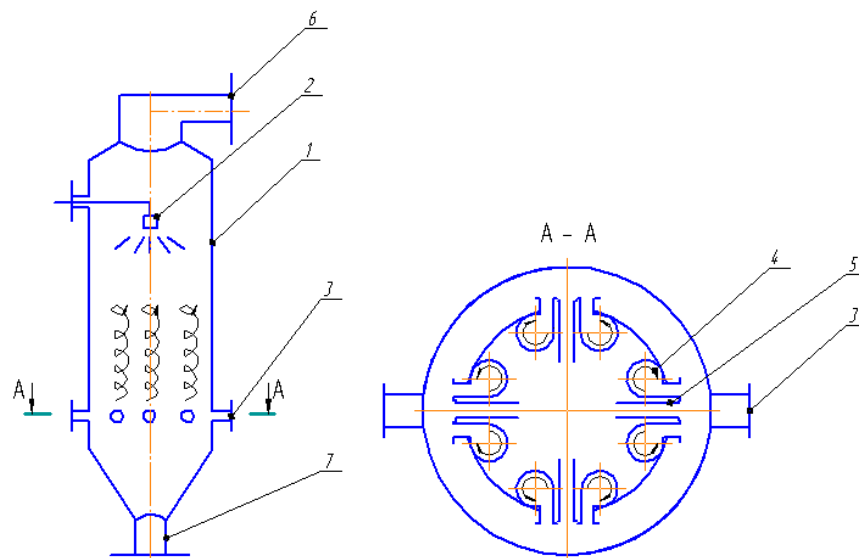


Рисунок 1 – Загальний вигляд апарата

Тангенційна подача теплоносія дозволяє підвищити ефективність закручування периферійного потоку.

**СЕКЦІЯ 3
«ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»**

УДК 676.056.42

**МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСОВОЇ ЧАСТИНИ ПАПЕРО- ТА
КАРТОНОРІБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ПОВОРОТНОГО ВАЛА**

студентка Бобела С.О., ст.викл. Зайцев С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Пресова частина паперо- та картоноробної машини повинна працювати таким чином, щоб на ній відбувалося рівномірне і максимально припустиме для визначеного виду паперу і картону видалення води, тому що підвищення сухості перед сушильною частиною машини тільки на 1% дозволяє підвищити її продуктивність на 5% і на стільки ж знизити витрату пари. Крім того зневоднення пресуванням у 10...15 разів дешевше, ніж зневоднення сушінням. Тому на сьогодні велика увага приділяється удосконаленню конструкції пресів з метою одержання в них сухості полотна, близької до теоретично можливої і досягнутої методом віджимання (55...60 %) [1].

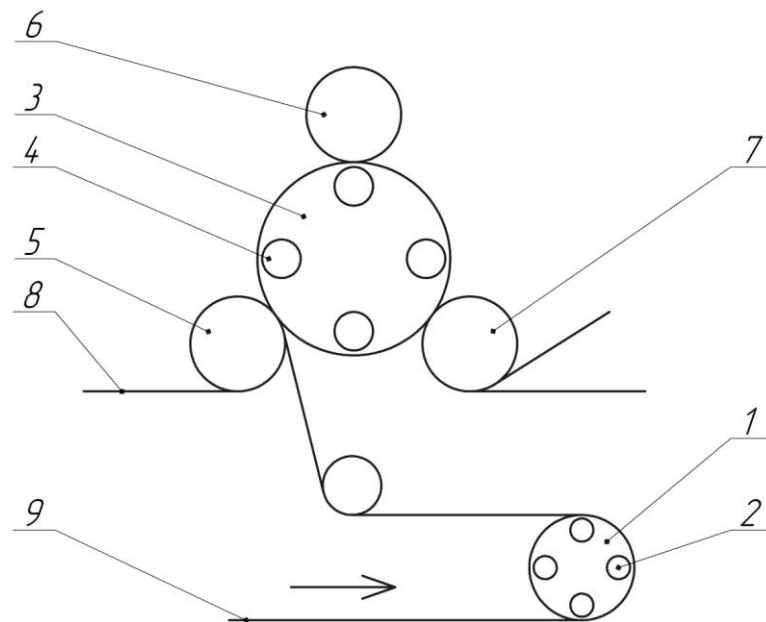
Оскільки реологічні властивості води залежать від температури, то підвищення температури паперового полотна сприяє більш ефективному віджиманню води в пресовому захваті. Для інтенсифікації процесу зневоднення картонного полотна на існуючій пресовій частині картоноробної машини Київського картонно-паперового комбінату пропонується виконати наступну модернізацію обладнання.

Запропонована пресова частина (рисунок 1) складається з гарячого вала 3, нагрівальних елементів 4, жолобчатих віджимних валів 5 і 6, гладкого гумованого віджимного вала 7, сукна 8, поворотного валу 1 з вбудованими нагрівними елементами 2.

Пресова частина працює наступним чином.

Паперове полотно 9 потрапляє на поворотний вал 1, що містить нагрівальні елементи 2, під час проходження якого відбувається нагрів паперового полотна, після чого воно потрапляє у перший пресовий захват, утворений жолобчатим віджимним валом 5 і центральним валом 3, у внутрішній порожнині якого розташовані нагрівальні елементи 4, проходячи по якому відбувається нагрів паперового полотна. Після цього полотно рухається

до другого і третього пресових захватів, утворених жолобчатим віджимним валом 6, гладким гумованим віджимним валом 7 та центральним валом 3, які підтримують температуру полотна.



- 1 – поворотний вал, 2, 4 – нагрівні елементи, 3 – центральний гарячий вал,
5, 6– жолобчаті віджимні вали, 7 – гладкий гумований віджимний вал,
8 – сукно, 9 – паперове полотно.

Рисунок 1 – Схема пресової частини паперо- та картоноробної машини

Висновок: Запропонована модернізація дозволить інтенсифікувати процес видалення води з паперового полотна та підвищити кінцеву сухість паперового полотна після пресової частини, тому є доцільною, а розробка креслень є актуальною. За даною конструкцією модернізованої пресової частини подана заявка на отримання патенту України на корисну модель.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П. Технологія паперу та картону: Навчальний посібник для вузів. // Примаков С.П., Барбаш В.А. – Київ: ЕКМО, 2002. – 396 с.

УДК 676.056.4

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЖОЛОБЧАТОГО ПРЕСУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

студент Вишар А.С., асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

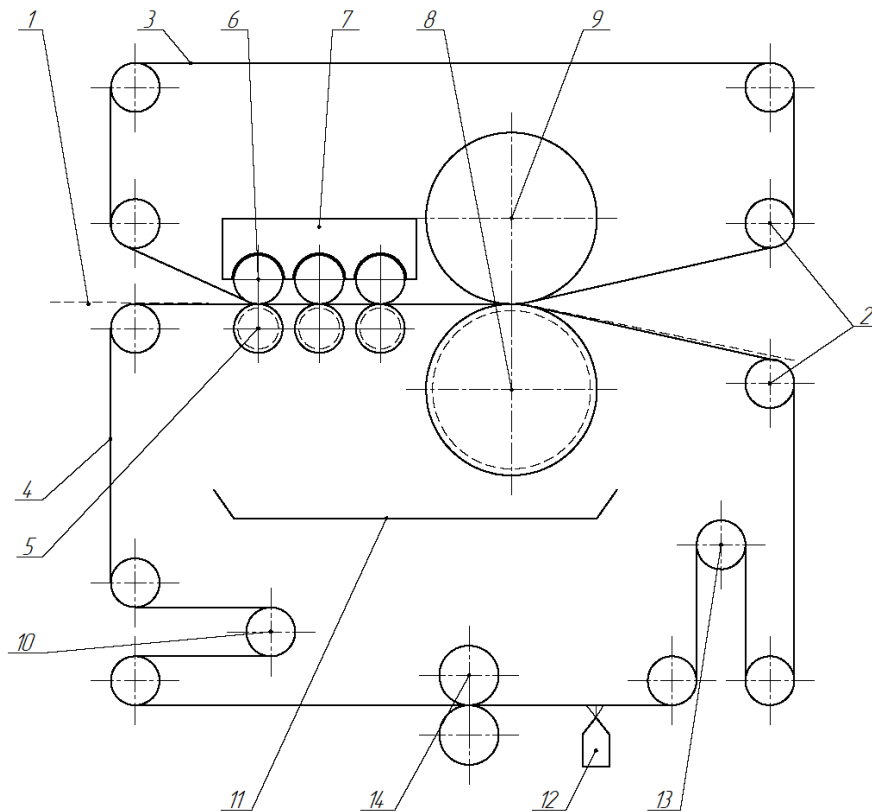
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Преси з жолобчатим валом відрізняються досить простою конструкцією та мають ряд переваг у порівнянні з іншими типами пресів. Перевагами даного типу конструкції є високий лінійний тиск між валами, низькі експлуатаційні витрати, простота обслуговування та модернізації тощо. Однак враховуючи сучасний рівень розвитку папероробної промисловості та значні економічні затрати на виробництво паперу в цілому класична конструкція жолобчатого пресу потребує модернізації з метою підвищення кінцевої сухості паперового полотна. Тому робота присвячена модернізації жолобчатого пресу є актуальною.

Для модернізації конструкції жолобчатого пресу (рисунок 1) можна перед пресовим захватом встановити ряд валів малого діаметру 5 та 6, а також індукційний нагрівач 7 для нагрівання поверхні верхніх валів 6.

Під час роботи вологе паперове полотно 1 потрапляє в зону нагрівання утворену валами 5 та 6, де відбувається підігрівання води, яка міститься в ньому та пресовому сукні, за рахунок контакту з нагрітою поверхнею валів 6. Це знижує в'язкість води і дозволяє інтенсифікувати процес видалення вологи в пресовому захваті утвореному верхнім та нижнім пресовими валами 9 та 8 відповідно. Видалена волога стікає в піддон 11. Для регенерації нижнього пресового сукна 4 використовуються водяний сприск 12 та валкова сукомийка 14.

Запропонована модернізація дозволить інтенсифікувати процес пресування паперового полотна та знизити витрати енергії на наступних частинах папероробної машини.



1 – паперове полотно; 2 – сукноведучі вали; 3 – верхнє пресове сукно; 4 – нижнє пресове сукно; 5 – нижні жолобчаті вали; 6 – верхні гарячі вали; 7 – індукційний нагрівач; 8 – нижній жолобчатий вал; 9 – верхній пресовий вал; 10 – розгінний вал; 11 – піддон; 12 – водяний сприск; 13 – сукнонатяжка; 14 – валкова сукномийка.

Рисунок 1 – Схема жолобчатого пресу

Перелік посилань.

1. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. М.:Лесная промышленность в двух томах. Том 1. Оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов, 1981, - 398с.

2. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. Навч. посіб. / Друге видання, переробл. - Київ: ЕКМО, 2008.-425 с.

УДК676.056.42

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВАЛУ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРУ

студент Гордієнко І.М., ст. викл. Зайцев С.В

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

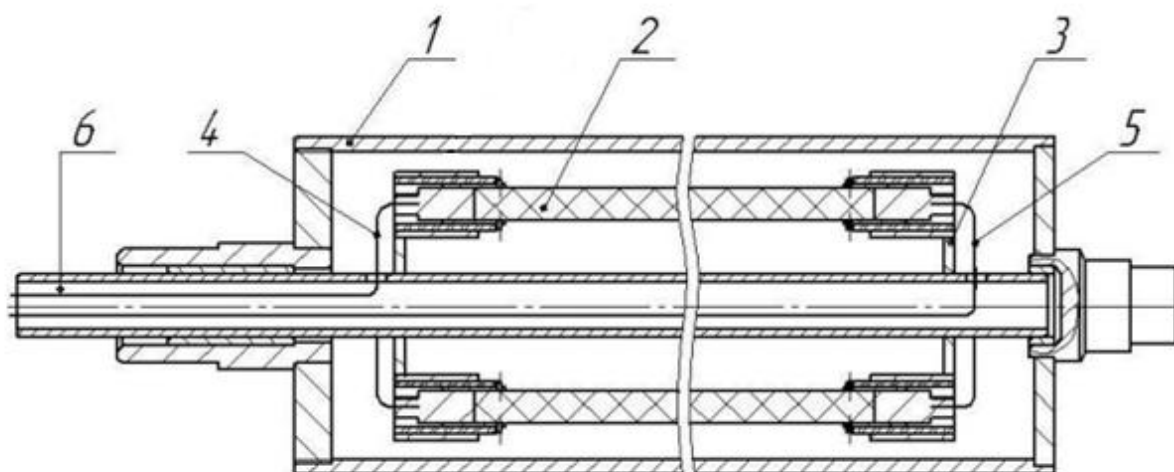
Пресова частина - одна з найвідповідальніших частин папероробної машини, тому що саме на пресах відбувається найбільше зневоднення паперового полотна. Після пресів вітчизняного виробництва сухість паперового полотна не перевищує 35 – 40 %. З метою зменшення витрат пари для сушіння, після пресування прагнуть отримати максимальну сухість паперового полотна [1].

Для інтенсифікації процесу пресування та збільшення кінцевої сухості паперу був розроблений високотемпературний прес з застосуванням гарячого валу. Актуальність даної розробки полягає у можливості регулювання температури нагрівача валу; можливості вимірювання теплової потужності і температури; рівномірності розподілу температури по довжині валу та можливості отримання високих температур.

Сутність такого пресування полягає у додатковому до механічного видаленні вологи з паперу тиском пари, який утворюється в зоні контакту паперового полотна з поверхнею валу, який нагрітий до високої температури.

Схема гарячого валу показано на рисунку 1 [2]. Він складається з валу 1, який обертається і з середини нагрівається від електричних нагрівачів 2, які нерухомо закріплені на статорі 3. Подача електроенергії здійснюється через провідники 4 і 5, які виводяться назовні через осьову трубу 6.

Більш економічним варіантом нагріву валу може бути заміна електричних нагрівачів на нагрівачі з інфрачервоним випромінюванням, які будуть використовувати менше електроенергії.



1 – вал; 2 – електричний нагрівач; 3 – статор;
4,5 – електричні провідники; 6 – осьова труба

Рисунок 1 – Схема гарячого валу

Висновок: Застосування в пресовій частині високотемпературного прес з застосуванням гарячого валу є доцільним, оскільки це сприяє інтенсифікації процесу пресування та збільшенню кінцевої сухості паперу, а нагрів валу за допомогою нагрівачів з інфрачервоним випромінюванням дає змогу зекономити витрати коштів на електроенергію.

Перелік посилань:

1. Опхерден А., Энглерт Л., Швензон Х. Целлюлоза. Бумага / А. Опхерден. - М: Лесная пром-сть, 1980. - 472 с.

2. Процес високотемпературного пресування паперового полотна: Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання,), зб. тез доповідей I міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, (Київ, 01-04 листопада 2011 р.) / В.М. Марчевський, О.П. Мельник, А.А. Макаренко - Національний технічний університет України, Інженерно-хімічний факультет :НТУУ «КПІ» 2011. - 106 с.

УДК 676.056.71

МОДЕРНІЗАЦІЯ КАЛАНДРА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

Студент Гурін Д.В., асистент Гробовенко Я.В.

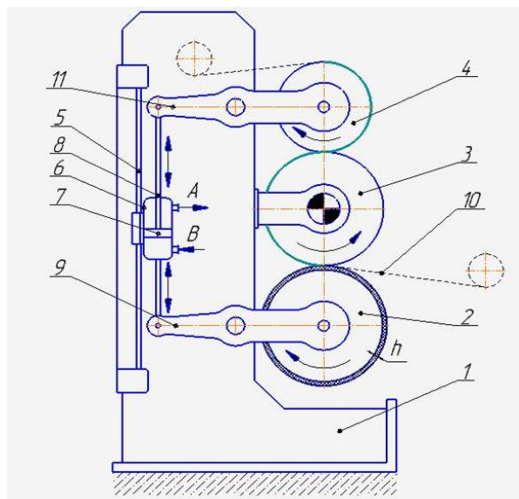
Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Установка каландру картоноробної машини відіграє важливу роль в якісному каландруванні та вигладжуванні картонного полотна, тому модернізація каландру і спрощення його конструкції є актуальною задачею.

Основними недоліками різних типів каландрів є: великогабаритність та металоємність конструкції; значні затрати енергії на обертання валів та створення притискної сили; складність в обслуговуванні та експлуатації; значний прогин нижніх каландрових валів негативно впливає на якість каландрування; швидке зношення облицювальної поверхні валів при високих навантаженнях.

Мета модернізації – інтенсифікація процесу каландрування, зменшення енергозатрат і підвищення технічних властивостей полотна, а саме гладкість, міцність, щільність. Запропоновано конструкцію каландру машинного КРМ (рисунок 1):



1 – станина, 2 – нижній обгумований вал, 3 – привідний середній вал, 4 – верхній притискний вал, 5 – направляючу рейку, 6 – гідроциліндр механізму притискання, 7 – поршень, 8 – шток; 9, 11 – важелі, 10 – полотно

Рисунок 1 – Конструкція каландру машинного КРМ

Машинний каландр працює наступним чином: полотно 10 подається на верхній притискний вал 4, огинає його і поступає у верхній захват, утворений притискним валом і привідним 3, ущільнюється, огинає привідний вал і потрапляє у другий нижній захват, утворений привідним валом і нижнім валом 2. В другому захваті полотно ущільнюється і вигладжується за рахунок проковзування валів захвату. Проковзування відбувається внаслідок збільшення площадки деформації пружного полімерного покриття нижнього валу, що має товщину h .

Необхідний лінійний тиск в захватах валів забезпечується гідравлічним механізмом притискання, що працює наступним чином: робоча рідина подається через штуцер А або В в гідроциліндр 6 та діє на поршень 7, що з'єднаний за допомогою штоку 8 із верхнім важелем притискання 11. В свою чергу робоча рідина діє на гідроциліндр, що переміщується по направляючій рейці 5 та з'єднаний із нижнім важелем притискання 9.

Перевагою запропонованого машинного каландру є: 1. Рівномірне ущільнення полотна по всій його ширині. 2. Зменшення матеріальних та енергетичних затрат. 3. Вигладжування полотна внаслідок проковзування валів в захватах апарату.

Відзначені вище переваги дозволяють суттєво зменшити енергозатрати і збільшити час каландрування полотна та забезпечити безпечно проходження полотна через машинний каландр та мінімізувати кількість обривів та утворень браку.

Перелік посилань:

1. Гурін Д.В., Гробовенко Я.В. Модернізація каландра КРМ / Збірник тез доповідей XIX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" – 2016.

2. Calender and process foroperating a calendar: pat. US 6,857,356 B2: Int. Cl. B30B 11/22 / Rolf van Haag, Kerken (DE); EvaScheidler, Nattheirn (DE); RobertWolf, Herbrechtingen (DE) Feb. 22, 2005.

УДК 676.058.1

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

студента Деркач О.Д., асист. Гробовенко Я.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

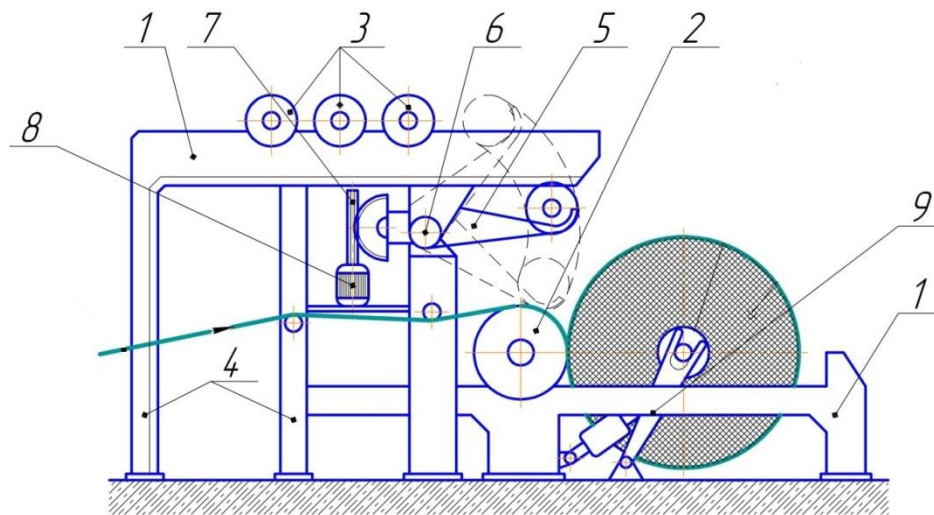
Установка наката папероробної машини вирішує важливу роль в якісному намотуванні паперового полотна на тамбурний вал, тому модернізація і спрощення конструкції наката є актуальною задачею.

Основні недоліки конструкцій різних типів накатів проявляються під час експлуатації установки, які полягають в складності заміни тамбурного валу із намотаним рулоном на новий тамбурний вал та в відсутності охолодження полотна за допомогою циліндру наката. В основу корисної моделі установки для намотування полотна поставлено задачу покращити та автоматизувати процеси подачі тамбурного валу на намотування, обривання і заправлення полотна на тамбурний вал, синхронізації циліндру наката із тамбурним валом та підвищення якості кінцевого продукту.

Поставлена задача вирішується тим, що установка містить механізм автоматичного захоплення тамбурного валу із магазину, його розкручення до швидкості обертання циліндру наката і синхронізації із установкою наката.

Переваги запропонованої конструкції: 1. Спрощення і автоматизація процесу заміни тамбурних валів. 2. Зменшення кількості браку внаслідок автоматичної заправки полотна на тамбурний вал. 3. Простота в обслуговуванні та експлуатації установки.

На рисунку 1 зображено схему установки наката для намотування полотна. Накат включає станину із горизонтальними направляючими для тамбурних валів 1, циліндр наката 2, магазин тамбурних валів 3, опори 4, важіль захвату тамбурних валів із зубчастим сектором 5, опорний шарнір 6, черв'ячний вал 7, привід 8, механізм притискання рулону полотна до циліндра наката 9.



1 – станина із горизонтальними направляючими для тамбурних валів, 2 – циліндр намоту, 3 – магазин тамбурних валів, 4 – опори, 5 – важіль захвату тамбурних валів із зубчастим сектором, 6 – опорний шарнір, 7 – черв’ячний вал, 8 – привід, 9 – механізм притискання рулону полотна до циліндра намоту.

Рисунок 1 — Схема установки намоту ПРМ

Важелі для заправлення тамбурного валу, які закріплені до направляючих балок із можливістю обертання за допомогою опорного шарніру 6 і виконані у формі двохплечих важелів, приводяться в рух за допомогою зубчастого сектору, який з’єднаний із черв’ячним валом, підключеним до приводу. Після відведення вже намотаного рулону, полотно обривається і відбувається його передача на новий підготовлений тамбурний вал, після чого цикл повторюється.

Висновок: модернізація намоту дозволить покращити якість намотування паперу, тому є доцільною.

Перелік посилань:

1. Деркач О.Д., Гробовенко Я.В. Модернізація намоту папероробної машини / Збірник тез доповідей XIX всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів" – 2016.

2. Patent CN205526859U China, Int. Cl. B65H 18/10 (23/26) (2006/01) One kind of winding device / Ren Jianhua, Wu Rongrong, 2016.04.14.

УДК 66-912

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РЕЖИМУ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ

студ.Маргарян А.А., пров.інж.Улітько Р.М., к.т.н.,проф.Марчевський В.М.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Основними недоліками багатьох апаратів псевдозрідженого шару при сушінні є нерівномірний розподіл потоку теплоносія, низька стійкість киплячого шару, та просипання дрібних частинок сипучих матеріалів, зокрема цеоліту, під газорозподільну пластину, що зумовлює пригорання та втрату продукту і погіршує його якість [1].

Відома сушарка з киплячим шаром, у вигляді вертикальної камери сушіння, що складається з вертикального циліндричного корпусу, на якому розміщені патрубки для підведення та відведення теплоносія, та патрубки підведення та відведення продукту, в корпусі встановлено газорозподільну решітку, призначену для сушіння, та газорозподільну решітку для охолодження, під решітками встановлено спеціальні профілі для направлення руху теплоносія [2].

Недоліками відомої сушарки є велика металоємність і габарити, складність обслуговування і санітарної обробки.

Задачею є вдосконалення апарата псевдозрідженого шару шляхом зміни конструкції отворів газорозподільної пластини (рис. 2), в результаті чого збільшиться стійкість псевдозрідженого шару.

Найбільш близьким за технічною сутністю є апарат псевдозрідженого шару (рис. 1), що містить корпус прямокутного поперечного перерізу, на якому змонтовані завантажувальний лоток та розвантажувальний штуцер, патрубок для виведення відпрацьованого сушильного агенту, дифузор для подачі і розподілення сушильного агенту, та газорозподільну пластину з отворами у вигляді випуклостей і вм'ятин, розташованих на поверхні пластини, де відбувається процес псевдозрідження та висушування продукту.

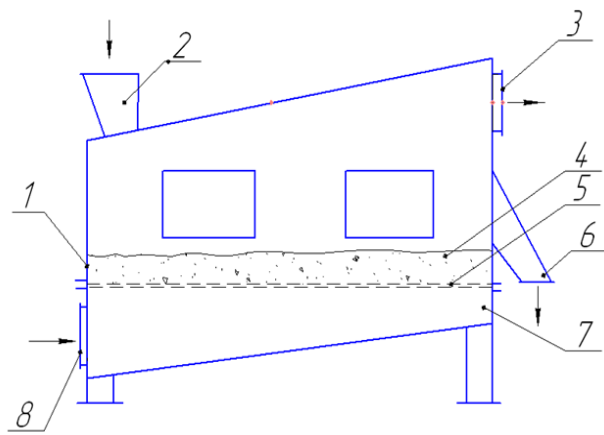


Рисунок 1 – Апарат псевдозрідженого шару

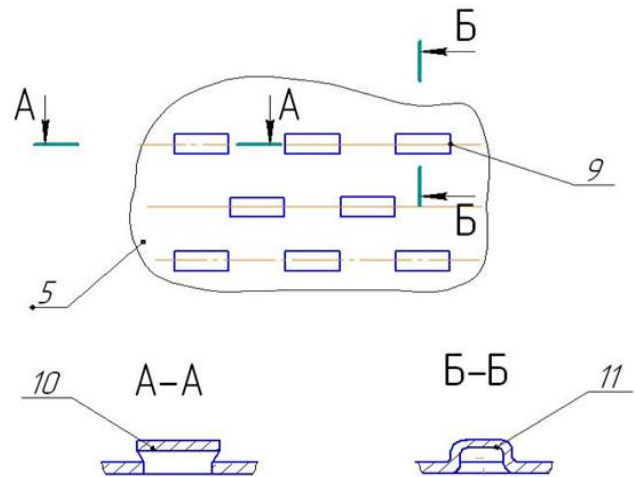


Рисунок 2 – Газорозподільна пластина

Апарат псевдозрідженого шару (рис. 1) містить корпус 1 з лотком 2 для подачі матеріалу, патрубок 3 для відводу відпрацьованого теплоносія, шар сипучого матеріалу 4, який розміщений на газорозподільній пластині 5, патрубок 6, через який видаляється готовий матеріал. В дифузор 7 через патрубок 8 підводиться теплоносій. Між дифуззором і корпусом встановлена газорозподільна пластина 5 з випуклостями 9, в торцях яких розташовані отвори 10 (11) для проходу теплоносія, які мають прямокутну продовговату форму та над ними розміщені козирки з подовженої верхньої частини випуклостей, розташованих на поверхні пластини в шаховому порядку паралельними рядами вздовж повздовжніх осей випуклостей.

Список використаних джерел:

1. Патент US № 5,839,207 «Fluid bed apparatus, a bed plate therefore, and a method of making a bed plate» МПК F26B 3/08, опубл.24.11.1998
2. Патент на корисну модель, патент UA 86739, МПК F26B 11/00 «Сушарка з киплячим шаром», опубл. 10.01.2014 р.

УДК 676.056.42

МОДЕРНІЗАЦІЯ КІНЦЕВОГО ПРЕСУ КРМ

студентка Мельник А.С., ст.викл. Зайцев С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

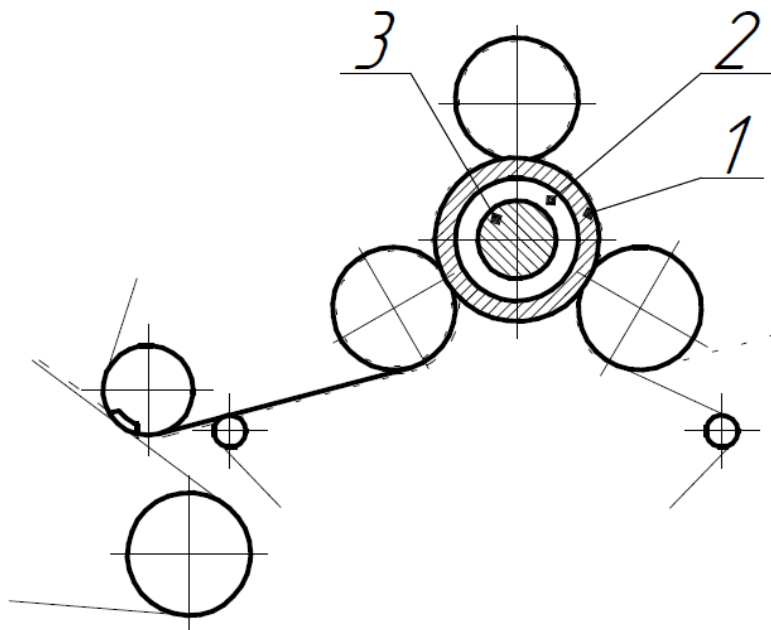
Процес пресування відбувається на пресовій частині КРМ завдяки механічному стисканню паперового полотна валами. Збільшення сили притискання дає можливість підвищити сухість паперу. Але зі збільшенням сили притискання валів збільшується їх прогин, що призводить до нерівномірної сухості паперового полотна по ширині.

Коливання поперечного профілю сухості паперового полотна – одна з багатьох проблем папероробної та картоноробної промисловості. Для гарантування незмінно високої якості продукції ці коливання повинні бути зведені до мінімуму.

Для усунення прогину валу при збільшенні сили притискання в кінцевому трьохвальному пресі пресі картоноробної машини (КРМ) пропонується встановити вал з гідروпідтримкою (рисунок 1).

Вали такого типу мають нерухомий металевий сердечник (3), на якому обертається циліндр (1) із рубашкою [1]. Усередині валу між рубашкою валу і сердечником утворюється камера (2), яка за допомогою насоса заповнюється маслом під необхідним тиском. Саме завдяки цьому компенсується прогин валів в пресових захватах.

Досвід експлуатації валів з гідропідтримкою виявив безумовні переваги цих валів. Забезпечуючи рівномірний тиск між валами пресів можна досягти рівномірних показників якості (товщини, блиску, гладкості, сухості і т.д.) по всій ширині паперового полотна, за необхідності швидко змінювати режим роботи пресу. Застосовувати такі вали доцільно на машинах, що виробляють папір, до якого висуваються підвищені вимоги стосовно рівномірності товщини і гладкості [2].



1 – циліндр; 2 – камера; 3 – сердечник

Рисунок 1 – Схема пресової частини КРМ, на якій встановлений вал з регульованим прогином

Конструкція модернізованої пресової частини КРМ при змінному лінійному тиску між валами за умов потреб у зміні режиму роботи пресу, дозволяє швидко переходити на інший тип продукції, за менший час переналадити прес. Це впливає на швидкість реакції на потреби ринку, які постійно ростуть і змінюються, і, відповідно, підвищує економічну ефективність виробництва.

Висновок: модернізація трьохвального пресу картоноробної машини шляхом заміни центрального валу на вал з гідروпідтримкою дозволить підвищити якість кінцевої продукції та економічну ефективність виробництва.

Перелік посилань:

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навч. посіб./ Друге видання, переробл. – Київ: ЕКМО, 2008. – 425 с.
2. Чичаєв А.А. «Оборудование целлюлозно-бумажного производства» в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» / Чичаєв А.А. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264с.

УДК 676.056.312

РОЗРОБКА ЖОЛОБЧАСТОГО ПРЕСУ З РЕГУЛЬОВАНИМ СТУПЕНЕМ ПРОГИНУ

студент Олійник А.Р., ст. викл. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сучасна картоноробна машина налічує до 250-300 різних валів і валиків (не рахуючи сушильних циліндрів). Одним з них є жолобчастий вал, що встановлюється в жолобчастому пресі картоноробної машини. До пресових валів висувають дуже жорсткі специфічні вимоги, одними з яких є висока динамічна збалансованість і допустимий прогин валу.

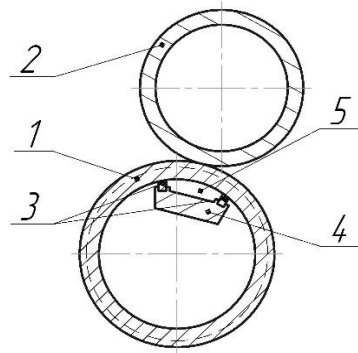
Відомо, що чим менший прогин валу, тим краще зневоднюється картонове полотно на пресовій частині. Зі зменшенням прогину валу збільшується його критична кутова швидкість і, відповідно, робоча швидкість валу [1].

В наш час на картоноробних машинах встановлюють вали з гідропідтримкою оболонки. Вони не мають прогину завдяки тому, що рідина, яка знаходиться між оболонкою валу і його сердечником, майже не стискається, а все навантаження передається на сердечник.

Недоліком валів з гідропідтримкою оболонки є висока вартість та металоємність, здебільшого через масивний сердечник [2]. Для зменшення металоємності таких пресових валів запропонована конструкція з підтримуючим пристроєм оболонки в зоні притискання валів (рис.1).

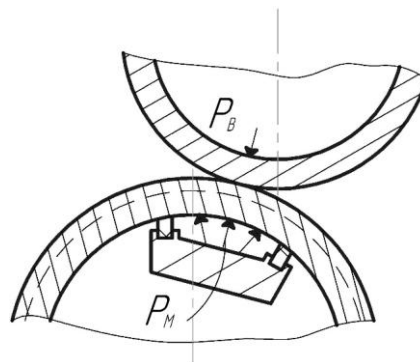
Розроблений прес працює наступним чином. Пластина 4 разом із двома поздовжніми ущільненнями 3 притискається до внутрішньої поверхні оболонки жолобчастого валу 1. Таким чином в зоні притискання валів для подачі мастила під тиском утворюється камера 5. Так як мастило майже не стискається, то прогинається пластина 4. В цей час в захваті валів твірні циліндричної частини валу залишаються рівними і не прогинаються.

Схема розподілення тисків в захваті преса показана на рис. 2.



1 – оболонка жолобчастого валу; 2 – оболонка верхнього валу; 3 – повздожні ущільнення; 4 – пластина; 5 – камера для подачі мастила

Рисунок 1– Схема жолобчастого пресу картоноробної машини з притискним пристроєм



P_M – тиск мастила в камері; P_B – сумарне навантаження на нижній вал

Рисунок 2 – Схема розподілення тисків в захваті преса

Тиск, з яким верхній вал діє на нижній, компенсується тиском мастила. Пластина дозволить прибрати сердечник валу з гідропідтримкою оболонки, що навантажує підшипники валу та збільшує необхідну потужність на подолання тертя в підшипниках. Це зменшить його вартість та навантаження на підшипники валу, внаслідок чого зменшаться тягові зусилля та необхідна потужність привода. Зміна тиску в камері дозволить регулювати ступінь прогину нижнього валу.

Перелік посилань:

1. Эйдлин И.Я – Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, испр. и доп. Изд-во «Лесная промышленность», 1970, стр. 624.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона. — СПб.: Политехника, 2005.— 423 с.: ил.

УДК 676.017.76

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРУ ЗІ ЗМЕНШЕННЯМ ЕНЕРГОЗАТРАТ

студент Перепелиця Д. О., ст. викл. Новохат О. А.

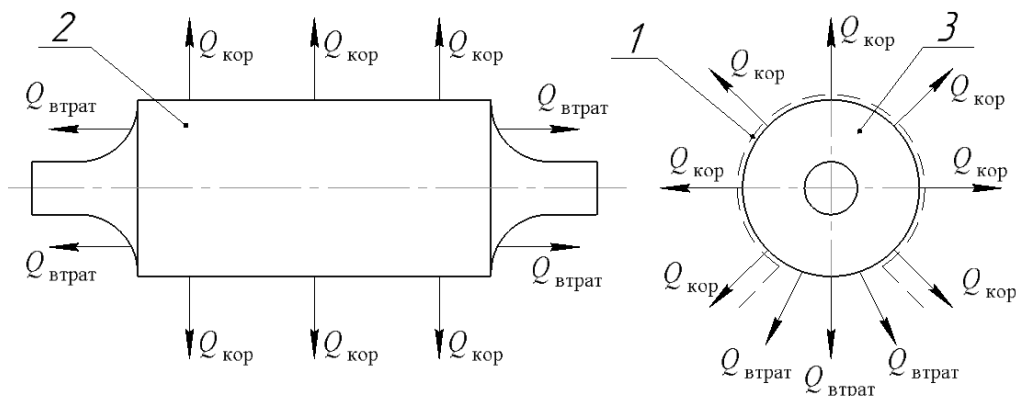
Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Сушіння паперу на лощильному циліндрі потребує значних витрат водяної пари, що подається у порожнину циліндру під високим тиском. Частина теплоти через вільні від паперу поверхні втрачається в навколишнє середовище. Тому зменшення теплових втрат знизить витрати грійної пари та затрати на виробництво паперу в цілому.

Теплота переходить в навколишнє середовище через бічні стінки та нижню частину робочої поверхні циліндру, де відсутній контакт з папером. Наприклад, за стандартного діаметру лощильного циліндра 6 метрів та шириною у 4,5 метрів без додаткової теплоізоляції може бути втрачено близько 8% від теплоти, що подається з парою. Тому для зменшення втрат теплоти доцільно встановлювати термостійку теплоізоляцію на бічних поверхнях (кришках) циліндру та, по можливості, максимально збільшити кут обхвату папером його поверхні.

Схема розподілу теплоти від пари в лощильному циліндрі показано на рисунку 1.



1 – папір; 2 – оболонка циліндру; 3 – бічна кришка

Рисунок 1 – Схема розподілу теплоти

Одним з перспективних та термостійких теплоізоляційних матеріалів є піноскло [1]. Воно зберігає свої теплоізоляційні властивості при температурі до +500 °С та має низьку теплопровідність 0,05 - 0,07 Вт/(м·К).

Вирішено використати шар піноскла для теплоізоляції бічних кришок. На бічних кришках водяне кільце відсутнє, а незначною плівкою конденсату нехтуємо. Тоді за відомими формулами теплообміну шляхом теплопередачі між паром та навколишнім середовищем (повітрям) [2] розраховуємо втрати теплоти за різної товщини шару теплоізоляції з піноскла.

Результати розрахунку у вигляді графічних залежностей втрат теплоти через бічні кришки циліндру від товщини теплоізоляції показано на рисунку 2. На рисунку 3 зображено зменшення втрат теплоти від товщини теплоізоляту.

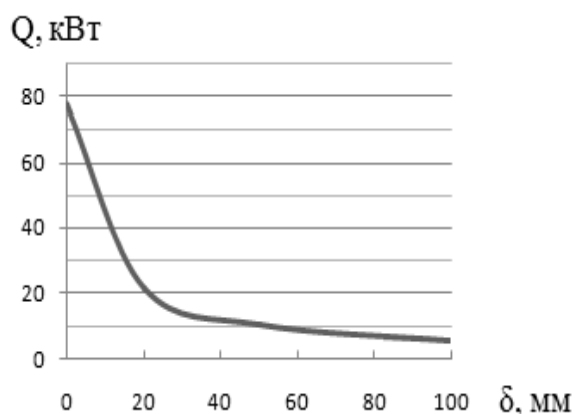


Рисунок 2 – Втрати теплоти через бічні кришки

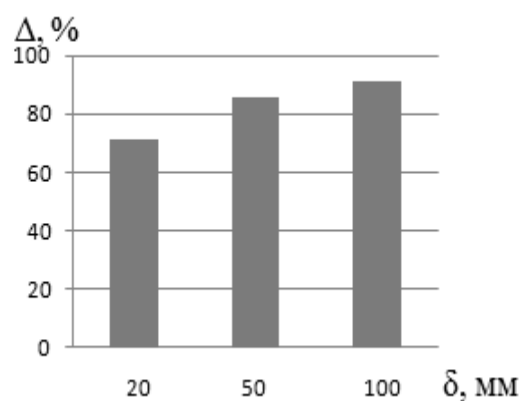


Рисунок 3 – Зменшення втрат теплоти від товщини теплоізоляту

Встановлено, що застосування теплоізоляції зменшить втрати теплоти і, в свою чергу, витрати грійної пари. Зі збільшенням товщини теплоізоляції енерговитрати зменшуються.

Перелік посилань:

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Піноскло> від 05.03.2016 р.
2. Чичаев А.А. «Оборудование целлюлозно - бумажного производства» в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» – М. «Лесная промышленность» 1981.–264с.

УДК 676.026.54

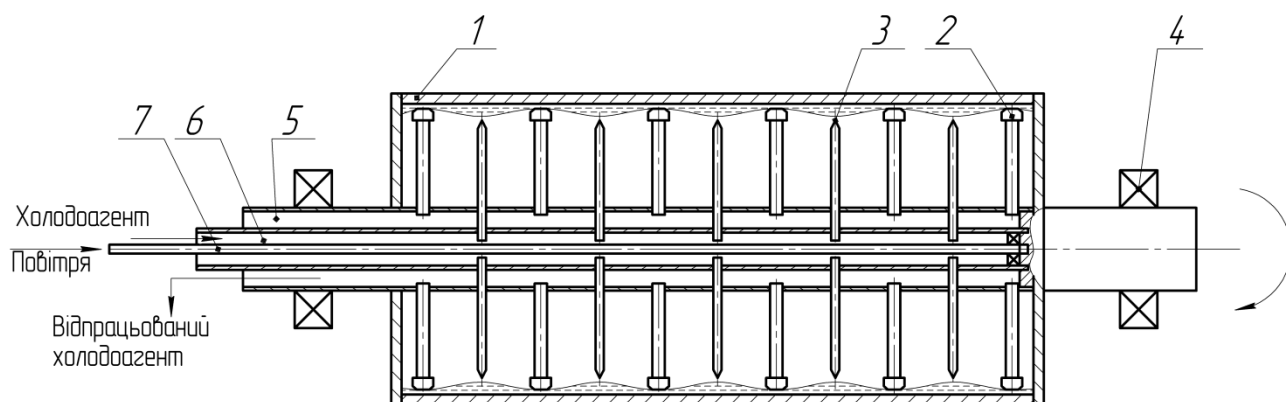
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРЦЕСУ ОХОЛОДЖЕННЯ КАРТОННОГО ПОЛОТНА

студент Пензєв О.С., ст.вик. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Охолодження картонного полотна надає йому необхідні фізико-механічні властивості, робить більш м'яким та еластичним, а також запобігає електризації сухого картону під час тертя [1]. За стандартної конструкції холодильного циліндру відпрацьований холодоагент всередині нього відбирається з бічних сторін [2]. За подачі зсередини холодоагент, прямуючи до відвідних пристроїв, частково нагрівається. Це погіршує рівномірність охолодження полотна та його якість взагалі. Тому вирішено створити холодильний циліндр, в якому забезпечується рівномірне охолодження полотна по всій його ширині без зменшення інтенсивності цього процесу (рис. 1).



1 – корпус циліндра; 2 – пристрої для відведення відпрацьованого холодоагенту; 3 – форсунки; 4 – підшипники; 5 – труба для відведення відпрацьованого холодоагенту; 6 – труба для подачі холодоагенту; 7 – труба для подачі повітря

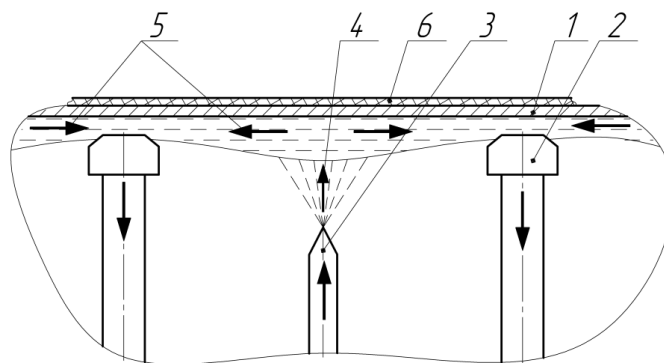
Рисунок 1 – Схема холодильного циліндра

Розроблений холодильний циліндр (рис. 1) містить корпус циліндра, бічні кришки, труби для подачі свіжого та відведення відпрацьованого холодоагенту, трубу для подачі повітря. Холодоагент подається до внутрішнього об'єму

циліндра через встановлені форсунки, які розташовані рівномірно по всій його довжині. Для створення напору холодоагенту через передбачену трубу подається повітря. Відпрацьований холодоагент відводиться через спеціальні пристрої, які також розташовані рівномірно по всій довжині циліндру між форсунками.

Холодильний циліндр працює таким чином. Холодоагент подається в трубу 6 та, змішуючись з повітрям з труби 7, через форсунки 3 під напором у вигляді сприсків попадає у внутрішню порожнину циліндру. Завдяки відцентровій силі холодоагент розподіляється по внутрішній поверхні циліндра, утворюючи „водяне кільце“, та прямує в напрямку відвідних пристроїв 2. Холодоагент нагрівається від внутрішньої поверхні циліндру від теплоти рулонного полотна і відводиться спеціальними пристроями 2.

Схему руху холодоагенту під час роботи циліндра наведено на рис. 2.



1 – корпус циліндра; 2 – пристрої для відведення відпрацьованого холодоагенту; 3 – форсунки; 4 – сприски холодоагенту; 5 – напрям руху холодоагенту; 6 – картонне полотно

Рисунок 2 – Рух холодоагенту під час роботи циліндра

Конструкція циліндра, що пропонується, нескладна у виготовленні та експлуатації. При цьому забезпечується рівномірне охолодження рулонного полотна по всій ширині, що підвищує його якість.

Перелік посилань:

1. Фляте Д.М. Свойства бумаги. – Изд. 3-е, переработанное и дополненное. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 680 с.

2. Патент 60155, Україна. Циліндр для охолодження рулонного полотна при намотуванні / Петров В.В., Федорко І.І. Опубл. – 10.06.2011р

УДК 676.056.4

ЗАСТОСУВАННЯ БАШМАЧНОГО ПРЕСУ В КРМ

студент Рисич О.В., ст.викл. Зайцев С.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Середні темпи зростання виробництва паперу і картону в світі становлять 2,2 % на рік [1]. Існує два напрямки розвитку технології паперу та картону: використання хімічних реагентів і вдосконалення конструкції основного технологічного устаткування. В даний час інвестиційні витрати на нові машини і реконструкції різко скорочуються. Тому прагнення отримати недорого, але в той же час високопродуктивну пресову частину цілком очевидно. Крім того, пресова частина повинна відрізнитися низькими експлуатаційними витратами і в першу чергу - низькими енерговитратами.

Проектні потужності КРМ для виробництва масових видів паперу досягають 350000 - 400000 тон в рік при ширині машини в межах 9 - 10 м. Збільшення продуктивності КРМ можливо за рахунок зміни її швидкості або ширини машини. Подальше збільшення ширини КРМ обмежується прогином валів, який зростає пропорційно четвертого ступеня збільшення ширини, що тягне за собою необхідність збільшення діаметрів валів з відповідним підвищенням вартості машини. Також слід враховувати, що збільшення продуктивності КРМ для вироблення газетного паперу на 25 % за рахунок зміни її швидкості з 960 до 1200 м/хв при постійній ширині 8500 мм підвищує вартість КРМ приблизно на 20 %, а підвищення продуктивності за рахунок збільшення ширини КРМ з 8500 до 10500 мм при збереженні постійної швидкості 960 м/хв підвищує вартість машини на 80 % [2].

Підвищення швидкості КРМ обумовлює скорочення або повну ліквідацію відкритих ділянок передачі паперового полотна в пресовій частині машини. Вирішенню цього завдання, а також підвищенню ефективності зневоднення сприяло створення башмачних або широкозахватних пресів, які

мають збільшену площу зневоднення, що зберігає пухкість і жорсткість полотна. При цьому сухість паперового полотна після пресової частини складає 50 – 52 %, що на 20 – 25 % знижує витрату пари на сушку [3].

Башмачний прес є пресом з подовженою зоною пресування. Він встановлюється зазвичай як останній прес. На вході в башмачний прес сухість паперового полотна 35 – 42 %, а на виході з нього 50 – 54 %.

Конструктивно башмачний вал оснащений стаціонарною балкою, на якій встановлена система гідроциліндрів, які притискають башмак з відповідною конфігурацією до обертової гнучкої сорочки валу. Профіль башмака визначається формою верхнього притискного валу. Обертova еластична сорочка нижнього валу ковзає по масляній плівці. Завдяки системі гідравлічних циліндрів можна регулювати поперечний профіль паперового полотна.

Переваги башмачного пресу:

- Збільшення сухості паперового полотна після пресової частини,
- Зниження споживання пара на тону продукції,
- Підвищення продуктивності у КРМ,
- Збільшення вологоміцності паперу,
- Зниження обривності паперового полотна,
- Підвищення міцних показників паперу.

Висновок: Башмачний прес все частіше розглядається як альтернатива в проектах, що стосуються виробництва паперу з вмістом деревної маси з точки зору ефективності інвестиційних і експлуатаційних витрат.

Перелік посилань:

1. <http://www.parcel.ru> від 02.03.2017 р.
2. http://www.voith.com/en/voith-paper_together28_ru.pdf від 02.03.17 р.
3. <http://www.valmet.com> від 02.03.2017 р.

УДК 676.056.4

ОБГРУНТУВАННЯ КОМПОНОВКИ ВАЛІВ ТРЬОХВАЛЬНОГО ПРЕСУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

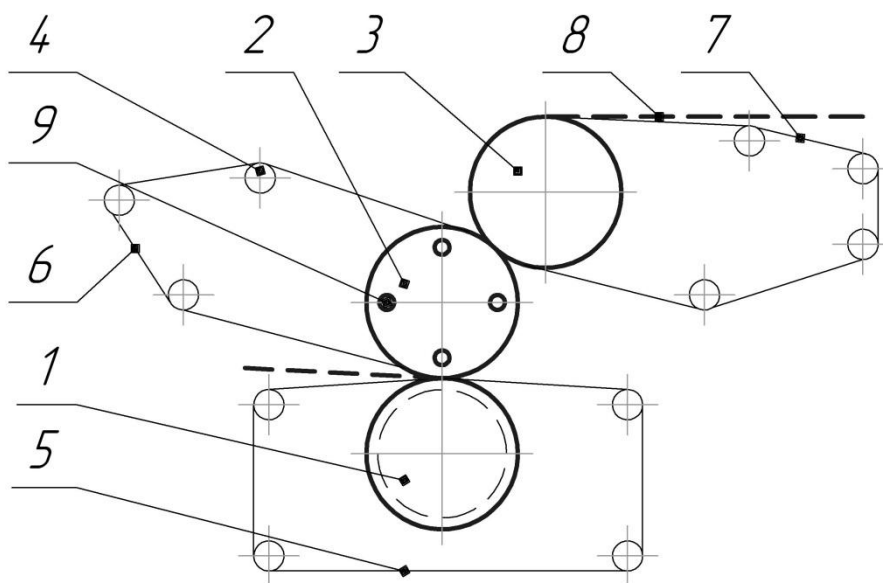
студент Сюрвасєв С.В., ст.вик. Новохат О.А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Як відзначалося раніше, для модернізації комбінованого преса картоноробної машини можна використати гарячі пресові вали, змінивши їх компоновку [1].

Для досягнення поставленої мети доцільно використати нову схему компоновки пресових валів, яка представлена на рисунку 1.



- 1 – вал з глухими отворами; 2 – гарячий вал; 3 – гладкий вал;
4 – сукноведучі вали; 5 – пресове сукно нижнього валу;
6 – пресове сукно центрального валу; 7 – пресове сукно верхнього валу;
8 – картонне полотно; 9 – нагрівальні елементи

Рисунок 1 – Схема трьохвального преса картоноробної машини

Запропонована конструкція преса працює наступним чином. Картонне полотно спочатку потрапляє в пресовий захват, утворений валами 1 та 2. Після нього полотно рухається по гарячій поверхні вала 2 до другого пресового

захвату, утвореного валами 2 та 3. Після проходження зон пресування та видалення вологи картонне полотно знімається з сукна 7 та надходить на подальшу обробку.

В процесі проходження картонного полотна через пресові захвати, в яких тиск зростає, відбувається підвищення його сухості та ущільнення. Наслідком цього у картонного полотна знижується пористість, покращується якість поверхні та підвищується густина і міцність.

Для інтенсифікації процесу пресування центральний вал містить внутрішню порожнину, в якій розміщені нагрівальні елементи. Від дії нагрівників температура валу зростає. Тому під час проходження картонного полотна на поверхні цього валу воно нагрівається. Внаслідок цього тиск в картоні у зоні пресування зростає, а в'язкість вологи в ньому зменшується. Це інтенсифікує процес пресування, що значно підвищує кінцеву сухість картонного полотна.

Запропонована конструкція трьохвального преса картоноробної машини в порівнянні з її аналогом має меншу металоємність із забезпеченням високої продуктивності. Також вона простіша в обслуговуванні завдяки заміні відсмоктуючого валу на гарячий пресовий.

Перелік посилань:

1. Шляхи модернізації комбінованого пресу картоноробної машини: матеріали Всеукр. науково-практичної конф. студентів, аспірантів і молодих вчених [«Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів»] (Київ, 12-13 грудня 2016р.) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 181 с.

2. Чичаев А.А. «Оборудование целлюлозно - бумажного производства» в двух томах. Том 2. «Бумагоделательные машины» – М.: «Лесная промышленность», 1981. – 264с.

3. Новиков Н.Е., Прессование бумажного полотна. – М.: «Лесная промышленность», 1972 – 240 с.

УДК 676.026.54

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕРШОГО ПРЕСУ КАРТОНОРІБНОЇ МАШИНИ

студент Хора Б.О., асистент Мельник О.П.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

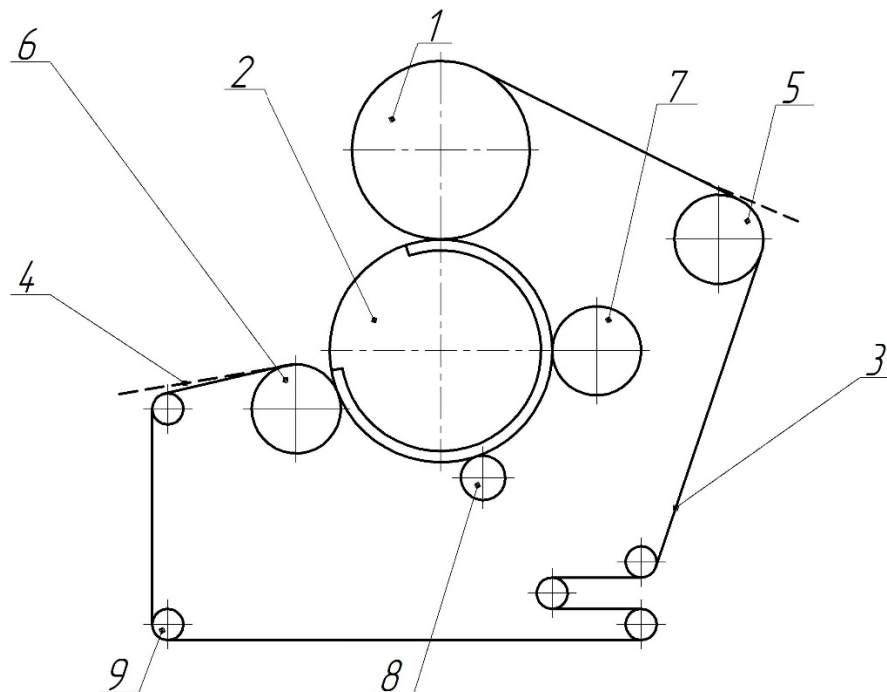
Під час виробництва картону значною проблемою є зниження енергетичних затрат на його висушування на пресовій частині картоноробної машини (КРМ). Оскільки порівняно зі звичайними видами паперу картонне полотно містить більшу кількість вологи і за рахунок своєї товщини гірше віддає її під час пресування, то робота направлена на модернізацію пресової частини картоноробної машини є актуальною.

Для інтенсифікації процесу зневоднення можна запропонувати наступні шляхи [1], а саме розширення зони пресування, за рахунок використання схеми башмачного пресу, пресу з подовженою зоною пресування або пресу з підкладною сіткою. Також можна замінити звичайний верхній пресовий вал на гарячий, що дозволить значно інтенсифікувати процес, але певною мірою ускладнить конструкцію пресу. Використання відсмоктуючого валу також дозволить інтенсифікувати процес видалення вологи.

Враховуючи вище сказане та проаналізувавши конструкції запропоновані авторами [2, 3] доцільно використати під час модернізації преса відсмоктуючий вал та створити три пресові захвати (рис. 1), а також максимально розширити зону пресування.

Запропонована конструкція працює наступним чином. Картонне полотно надходить в перший пресовий захват утворений відсмоктуючим валом 2 та пресовим валом 6 і рухається разом з сукном по поверхні валу 2 до другого пресового захвата, утвореного валами 2 та 7, після чого потрапляє в третій пресовий захват утворений валами 1 та 2. Після проходження зони пресування картонне полотно надходить на подальшу обробку.

Запропонована конструкція дозволить інтенсивно видаляти вологу з картонного полотна за рахунок наявності трьох пресових захватів та відсмоктуючої камери, яка видаляє вологу протягом всього часу перебування картонного полотна в зоні пресування.



- 1 – верхній пресовий вал; 2 – відсмоктуючий вал; 3 – пресове сукно;
4 – картонне полотно; 5, 6, 7 – пресові вали; 8 – підтримуючий вал;
9 – сукноведучі вали

Рисунок 1 – Схема першого пресу КРМ

Перелік посилань.

1. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону. Навч. посіб. /Друге видання, переробл. - Київ: ЕКМО, 2008.-425 с.
2. Прес картоноробної машини. Патент України на корисну модель UA 89260, від 10.04.2014
3. Пресова частина паперо- та картоноробної машини. Патент України на корисну модель UA 94266, від 10.04.2014

СЕКЦІЯ 4
«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

УДК 676.22

ДОСЛІДЖЕННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДРУКАРСЬКИХ ВИДІВ ПАПЕРУ

студ. Кузнецова Т.П., ас. Остапенко А.А., к.т.н., доцент Плосконос В.Г.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського

Метою даного дослідження є підвищення довговічності целюлозних волокон, що входять до композиційного складу друкарських видів паперу.

Як показують результати проведеного аналізу літературних джерел [1], стійкість целюлозних волокон до старіння є визначальним фактором довговічності паперу і забезпечення йому необхідних властивостей в процесі тривалої експлуатації.

Не є секретом, що відносно низька довговічність сучасних друкованих видань призводить до зростання обсягів споживання паперу, а, отже, до нераціонального використання лісосировинних та інших ресурсів, що в недалекому майбутньому може призвести до значних витрат, необхідних для реставрації документів на паперових носіях, що зберігаються в бібліотеках та архівах.

Найменш довговічні види паперу – це ті, що містять в своїй композиції деревну масу, а також папери з усіма іншими напівфабрикатами, які розміщуються в ряду від білої деревної маси до целюлози: а саме: з напівцелюлози, хімічної деревної маси та целюлози високого виходу, тобто з усіх тих напівфабрикатів, що містять у своєму складі значну кількість залишкового лігніну, або отримані в умовах кислого середовища.

До видів паперу з тривалим терміном зберігання відносяться такі види паперу, а саме: папір для друку, папір для фотодруку, папір для документів та реставрації, а також електротехнічний папір. Так, наприклад, реставраційний папір є основним матеріалом для реставрації старовинних документів, книг, журналів, рукописів та інших об'єктів культурної спадщини. Стійкість до старіння - одна з основних вимог, що висувається до реставраційного паперу.

Проблема підвищення довговічності таких видів паперу з часом не тільки не втрачає актуальності, а й істотно загострюється зв'язку з необхідністю вирішення питань ресурсо-, енергозбереження та інших екологічних проблем.

З метою вирішення поставлених проблем та підвищення терміну довговічності цінних видів паперу необхідно, в першу чергу, звернути увагу на визначальні фактори, що впливають на процес старіння паперових волокон.

Так наприклад, використання хімічних допоміжних речовин у виробництві паперу стійко зростає. Це пов'язано як зі збільшенням традиційно використовуваних проклеювальних і в'язучих речовин, так і з розширенням асортименту хімічних допоміжних речовин для супроводу основних технологічних процесів - фільтрації, флотації, сорбції, біообростання, седиментації, водовідділення, деаерації, піноутворення і т.д.

Хімічні речовини, що застосовуються у виробництві паперу, можна розділити на дві групи: функціональні хімікати, що забезпечують певні властивості готової продукції, і процесні хімікати, що впливають на ефективність функціонування папероробних машин. І ті й інші певним чином впливають на процес старіння паперу і на її довговічність. Так, наприклад, розвиток технології хімізації паперу привело до створення марок паперу, які можна віднести до композиційних матеріалів [2]. Основні властивості таких марок паперу визначаються не тільки волокнистою матрицею, але і в значній мірі, полімерними добавками та іншими допоміжними матеріалами. Важливим аспектом підвищення терміну довговічності цінних видів паперу є також те, що у 80-х роках XX століття почався поступовий перехід від проклеювання каніфольними клеями до проклеювання паперу синтетичними реагентами, які наділені реакційною здатністю по відношенню до целюлози. Проклеювання синтетичними клеями на основі алкілкетен димарів (AKD - alkylketene dimmers) або алкенілянтарного ангідриду (ASA - alkenyl succinic anhydride) здійснюється в нейтральному або слаболужному середовищі (рН 6,5 - 8,5) [3].

Разом з тим, для прогнозування терміну служби паперу і його довговічність як носія інформації необхідно також враховувати вплив друкарських матеріалів і способів нанесення друку.

Використана література

1. Добрусина С. А. Стабилизация бумаги документов/ С. А. Добрусина// М.: Межрегиональный центр библиотечного сотрудничества. – 2014. – 176 с.
2. Евтюхов С.А. К вопросу о долговечности современных документов на бумаге/ С.А. Евтюхов, Е.М. Лоцманова, Е.Г Смирнова // мат. межд. молодежной конф.: « Экология-2003» Институт экологических проблем Севера УрО РАН – Архангельск, 2003. – с. 102 – 103.

УДК 676.22

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ СТАРІННЯ ЦЕЛЮЛОЗНИХ ВОЛОКОН В ДРУКАРСЬКИХ ВИДАХ ПАПЕРУ

студ. Мазенко Н. В., ас. Остапенко А. А., к.т.н., доцент; Плосконос В. Г.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського

Метою даної роботи є дослідження для виявлення деяких аспектів процесу старіння целюлозних волокон, що складають основу друкарських видів паперу.

Процес старіння паперу – це досить складний комплекс процесів, природу яких ще недостатньо вивчено, оскільки на його хід впливають велика кількість факторів. Ці фактори, за характером їх впливу можливо розділити на декілька класів. І, насамперед, це фактори, що характеризують вид і хімічний склад використовуваних в композиції для виготовлення паперу волокнистих напівфабрикатів, проклеюючих речовин, наповнювачів та барвників.

Так, наприклад, ще до середини 70-х років минулого століття як основний волокнистий напівфабрикат в композиції для виробництва друкарських видів паперу використовувалася вибілена сульфітна хвойна целюлоза [1]. Пояснюється це тим, що сульфітне виробництво на той період було широко розвинуте, а також високими паперотворними і друкарськими властивостями сульфітної целюлози.

В сучасних умовах для виробництва друкарських видів паперу широко застосовують вибілену сульфатну хвойну і сульфатну вибілену целюлозу із суміші листяних порід деревини, а на деяких підприємствах продовжують використовувати сульфітну вибілену хвойну целюлозу.

Як показують результати аналізу літературних джерел [2], сульфітна целюлоза вважається малопродатним напівфабрикатом для виготовлення довговічних видів паперу в зв'язку з умовами її виготовлення, які носять кислотний характер, низькою термостійкістю і великою кількістю тріщин на поверхні волокон. Разом з тим, високими показниками термостійкості і довговічності наділена сульфатна хвойна целюлоза. Довговічність її волокон, у багато разів перевищує довговічність волокон сульфітної листяної целюлози. За стійкістю до штучного старіння, а також зміни її хімічних показників і комплексу показників механічної міцності види целюлози умовно можливо

розташувати в наступний ряд: бавовняна - лляна - сульфатна - сульфідна. Морфологічна та надмолекулярна структури целюлози різного походження також впливають на процес старіння паперу. Так, папір, виготовлений з целюлози з високим вмістом α -целюлози, наділений більш високою довговічністю. Як наголошується в роботах [3,4] в процесі штучного тепловологого старіння целюлози відбувається поступове зменшення вмісту α -целюлози і збільшення сумарного вмісту β - і γ -целюлози. Для сульфідної вибіленої целюлози цей процес відбувається швидше, ніж для сульфатної.

На сьогоднішній день основними напрямками у виробництві високосортних видів паперу для друку є:

- 1) збільшення частки листяної целюлози в композиції паперу;
- 2) підвищення вмісту високодисперсних наповнювачів;
- 3) перехід на нейтральний спосіб проклеювання;
- 4) застосування сучасних систем фіксації компонентів паперової маси і нових систем оптичного фарбування і відбілювання.

Разом з тим, процес старіння паперу незворотний. Він супроводжується зміною хімічного складу паперу і зменшенням його механічної міцності. З показників механічної міцності найбільш швидко знижується опір зламу під час багаторазових перегинів (ч.п.п.). Папір стає з часом ламким і може розпастися на фрагменти. Текст вицвітає, згасає, в деяких випадках осипається (фарби, туш, олівець). Проклеювальні речовини рослинного, тваринного і синтетичного походження теж зазнають подібних змін. На процес старіння значний вплив мають умови зберігання, а саме, відносна вологість і температура навколишнього повітря, ступінь його забруднення і вміст у ньому домішок різних газів.

Тому під опором старінню матеріалів розуміють систему заходів, що підвищують здатність документів протистояти руйнівній дії зовнішніх і внутрішніх факторів.

Використана література

1. Беленькая Н.Г. Функциональные группы целлюлозы и их роль при старении бумаги /Н.Г. Беленькая, Т.В. Алексеева//в сб.: «Долговечность документа». – Л., 1981. – с. 5 – 12.
2. Евтюхов С.А. Долговечность бумаги для печати./ С.А. Евтюхов, Е.Г. Смирнова, Г.А. Пазухина. – Саарбрюккен, Германия: Международный Издательский Дом LAP. – 2011. – 129 с.

**СЕКЦІЯ 5
«ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

УДК 664.1.039

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФІЛЬТРАЦІЇ
НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУРЯКОЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ**

студ.Бондарчук А.В., Зубенко М.В., Ліхван І.Г., к.т.н.,доц. Копиленко А.В.

Національний університет харчових технологій

Виробництво цукру з буряків належить до водоемних галузей народного господарства, які дуже впливають на екологію навколишнього середовища. Відповідно до вимог Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.) усі підприємства мають суворо дотримуватись екологічних вимог щодо раціонального та економічного використання природних ресурсів, до яких належить і вода промислового призначення.

Кількість виробничих стічних вод у середньому по галузі становить 223% до маси перероблювальних буряків. Тому проблема очищення стічних вод дуже актуальна.

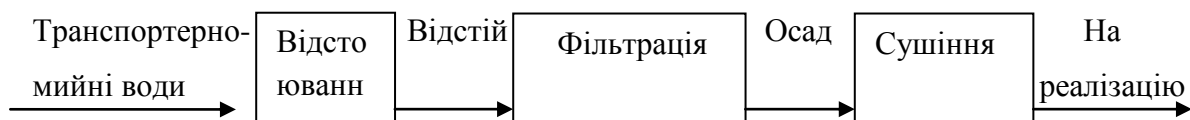
Важливим фактором у вирішенні цієї проблеми є вдосконалення методів очищення стічних вод цукрових заводів, які використовують близько 28,6% загальних потреб у воді харчової промисловості [1].

Природне біологічне очищення стічних вод на полях фільтрації, якими нині користується більшість підприємств галузі, не можна вважати досконалим, бо воно потребує чималих земельних площ. Існуючі поля фільтрації часто не виконують свого призначення, а перетворюються в біоставки. Тому актуальною є проблема виведення транспортерно-мийних і фільтраційних осадів після фільтрації I та II сатурації із технологічного процесу виробництва цукру, зневоднення та розроблення технології використання їх залежно від місцевих умов.

На сьогодні цукрова галузь не має технології глибокого зневоднення осадів (фільтраційних, транспортерно-мийних вод). Проведені дослідження з використання існуючого в цукровій галузі фільтраційного обладнання для

створення сучасних технологічних схем зневоднення осадів не дали позитивних результатів.

Враховуючи наявність на багатьох цукрових заводах радіальних відстійників в оборотних системах вод 2 категорії, запропоновано таку схему очищення транспортерно-мийних вод :



У наведеній схемі замість відстоювання можна використати очищення транспортерно-мийних вод на гідроциклонах. Для сушіння бажано використовувати вторинну пару під час сезону цукроваріння. Подальше вивчення можливості використання та інтенсифікації процесів фільтрації для зневоднення осадів цукрового виробництва показало доцільність застосування для цієї мети процесу електрофільтрування.

У грубодисперсних системах, якими і є вищевказані осади, між частинками і дисперсійною фазою існує геометрична межа поділу фаз. Вона є джерелом взаємодії між фазами системи та утворення міждисперсних прошарків у формі адсорбаційно-сольватної або іонно-сольватної системи, що надає системі агрегатної стійкості. Якщо ці осади розмістити між електродами, то значний вплив на процес електрофільтрування має тип вибраного електрополя: однорідне постійне ($E = const$); однорідне змінне ($E \neq const$); неоднорідне нестійке і змінне; електронний розряд.

Висновок: Роботи в галузі очищення промислових стоків різної категорії показують, що у разі електрофільтрування стічних вод перевагу віддають використанню однорідного постійного струму ($E = const$), дія якого на осади транспортерно-мийних вод та осад I та II сатурації супроводжується електрофорезом (транспортуванням), електрокоагуляцією, електрохімічною та електролітичною коагуляцією.

Перелік полилань

1. Домарецький В.А., Златов Т.П. Екологія харчових продуктів. – К. : Урожай, 1993. – 190 с.

ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДНО-СПИРТОВИХ СУМІШЕЙ ВІД ОРГАНІЧНИХ МІКРОДОМІШОК.

Шнайдер О. Ю. Паніна О.О. доц. Копиленко А.В

Національний університет харчових технологій

У лікєро-горілчаному виробництві для отримання високоякісних алкогольних напоїв, застосовують адсорбційні методи очищення водно-спиртових сумішей. Для цього використовують адсорбенти з розвинутою поверхнею, в основному подрібнене або порошкоподібне активоване вугілля (АВ) різних марок. Одержують АВ з органічної сировини різноманітних видів: твердого палива різного ступеня метаморфізму (торф, буре та кам'яне вугілля, антрацит), деревини (деревне вугілля, тирса) кісточок плодів, шкаралуп волоських та кокосових горіхів. Для формування потрібної структури АВ, вихідний матеріал спочатку термічно обробляють без доступу повітря для вилучення вологи та частково смоли, а потім активують різними методами: окисненням газом, водяною парою або хімічними реагентами. Фізико-механічні, структурні та адсорбційні характеристики АВ прямо залежать від виду і способу оброблення сировини. Виробництво АВ налагоджено у різних країнах світу проте в Україні практично немає достатньо власної промислової бази, і потреба галузі в АВ задовольняється в основному через придбання його за кордоном, частково у фірм «Norit» (Голландія), «Сесса» (Франція), «Chemviron Carbon» (США) та інших. Асортимент АВ надзвичайно широкий, тому вибір найбільш ефективнішого АВ у лікєро-горілчаному виробництві є актуальним.

На якість водно-спиртових сумішей негативно впливають такі органічні мікродомішки купажного компонента – спирту етилового ректифікованого, як ацетатальдегід, вищі спирти та органічні кислоти. Вони надають алкогольним напоям пекучого присмаку та неприємного аромату. Адсорбційний метод забезпечує достатнє поглинання домішок з водно-спиртових сумішей.

При контактуванні водно-спиртової суміші з АВ на його поверхні одночасно відбувається процеси вибіркової адсорбції та каталітичного

окиснення. Останній процес може давати як позитивні, так і негативні результати. З одного боку, після контактування водно-спиртової суміші з АВ утворюються нові естери високомолекулярних кислот: каприлової, пеларгонової та інших, які мають приємний специфічний аромат і поліпшують смакові властивості алкогольних напоїв. З іншого боку, внаслідок каталітичного окиснення ненасичених сполук, спиртів та альдегідів розчиненим у водно-спиртовій суміші киснем утворюються такі сполуки, як ацетатальдегід, оцтова та інші кислоти, які негативно впливають на якість алкогольних напоїв. Сумарний ефект цих процесів залежить від властивостей АВ, якісного і кількісного складу мікродомішок водно-спиртової суміші і встановлюється експериментально.

Показник	Марка АВ		
	БАУ-А (контроль)	КАУ-2	К-48
Насипна густина, г/см ³	240	450	470
Вологість, %	7	3	2
Механічна міцність, %	40	80	90
Зольність, %	6	3	3
Гранулометричний склад	1...5	1...10	1...10

Як видно з даних таблиці, АВ марок КАУ-А і К-48 порівняно з контрольним зразком АВ марки БАУ-А мають більшу механічну міцність і меншу зольність, що, відповідає більшому терміну експлуатації цього АВ і меншому часу на його регенерацію. При цьому зменшується пусковий період адсорбційного очищення.

Висновок Попередніми дослідженнями встановлено перспективність застосування у лікєро-горілчаному виробництві АВ, виготовленого із шкаралупи кокосового горіха. В даній роботі наведено результати порівняльної оцінки властивостей деревного АВ марки БАУ-А (контрольний зразок) та АВ марок КАУ-2 і К-48, яке виготовляють із шкаралупи кокосового горіха методами карбонізації, парової активації, подрібнення та розсіву. Досліджено основні фізико-механічні, структурні та адсорбційні характеристики цих АВ, а також

**СЕКЦІЯ 6
«ТЕОРЕТИНЧА МЕХАНІКА»**

УДН 551/534

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИЛИ

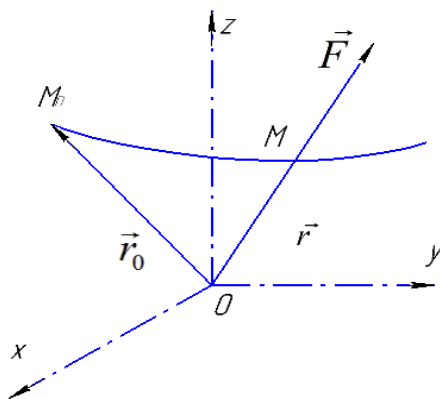
студент Вакульчук В. В., доцент Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Розглянемо питання по визначенню роботи центральної сили, модуль якої є функцією відстані матеріальної точки від центра цієї сили, тобто:

$$F = f(r)$$



В такому випадку одиничний вектор сили \vec{F} дорівнює $\pm \frac{\vec{r}}{r}$, причому знак «+» або «-» обираємо в залежності від того, відштовхується від центра сили чи притягується до нього точка М.

Таким чином, вектор сили \vec{F} запишемо:

$$\vec{F} = \pm f(r) \frac{\vec{r}}{r}.$$

$$\text{Тоді } dA = \vec{F} \cdot d\vec{r} = \pm f(r) \frac{\vec{r}}{r} \cdot d\vec{r},$$

але $r \, dr = \vec{r} \cdot d\vec{r}$, тоді

$$dA = \pm f(r) dr,$$

тобто елементарна робота є повним диференціалом, отже, існує силова функція, причому

$$dU = dA = \pm f(r) dr,$$

$$\text{звідки } U = \pm \int f(r) dr.$$

В даному випадку маємо загальну формулу, з якої можна визначити силову функцію в залежності від радіуса-вектора точки прикладання сили, а потім визначити роботу сили на переміщенні точки.

УДК 531/534

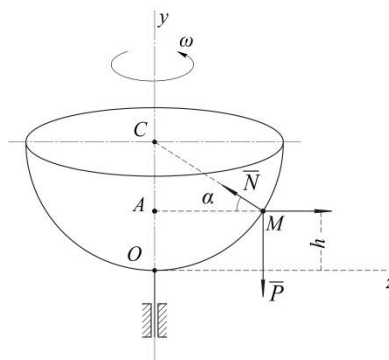
КРИВОЛІНІЙНИЙ РУХ НЕВІЛЬНОЇ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ

студент Італьянцев О. І., к.т.н., доцент Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Дослідимо динаміку рівномірного криволінійного руху невільної матеріальної точки на прикладі полої півсфери, радіус якої R , яка рівномірно обертається навколо своєї вертикальної осі симетрії з числом обертів n . Всередині півсфери знаходиться кулька вагою P .



Знайдемо висоту h , яка відповідає положенню рівноваги кульки відносно півсфери та реакцію півсфери в цьому положенні.

Для цього розглянемо всі сили, які діють на кульку, а саме: вагу P , нормальну реакцію \vec{N} та силу інерції $\vec{\Phi}$, які врівноважуються:

$$\Phi - N \cos \alpha = 0; \quad (1)$$

$$N \sin \alpha - P = 0. \quad (2)$$

Враховуємо, що $\Phi_n = mAM\omega^2 = mR \cos \alpha \omega^2$.

Тоді (1) і (2) приймуть вигляд: $N \cos \alpha = mR \cos \alpha \omega^2$, $N \sin \alpha = P$.

З них визначаємо: $N = mR\omega^2 = \frac{P}{g} R\omega^2$.

Нехай $\omega = \pi$ рад/с, $R=2$ м, $P=0,2$ Н. Тоді $N=0,4$ Н, $\sin \alpha = \frac{1}{2}$, отже $\alpha = 30^\circ$.

Потім з $\square CMA$: $CA = R \sin \alpha = 1$ м, а $h = OA = OC - CA = 2 - 1 = 1$ м

УДК 531/534

ДИНАМІКА ГАЛЬМУВАННЯ МАХОВИКІВ

студент Крамар О. В., к.т.н., доцент Штефан Н. І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Визначимо час гальмування маховика до його повної зупинки на прикладі задачі про швидке гальмування великих маховиків за допомогою електричних гальмів, які складаються з двох полюсів, розташованих діаметрально протилежно і на яких є обмотка, через яку проходить постійний струм. Струми Фуко при русі маховика створюють біля полюсів гальмівний момент M_1 , який є пропорціональним швидкості v на ободі маховика: $M_1 = kv$, де k – коефіцієнт, що залежить від магнітного потоку та розмірів маховика. Момент M_2 від тертя підшипників можна вважати постійним.

Зауважимо, що в цьому випадку при інтегруванні диференціального рівняння обертального руху твердого тіла необхідно застосовувати метод поділу змінних.

Головний момент зовнішніх сил, прикладених до маховика, відносно його осі обертання: $M = -(M_1 + M_2) = -(kv + M_2)$.

Диференціальне рівняння обертального руху маховика тоді набуде вигляду:

$$J \frac{d\omega}{dt} = -(kv + M_2),$$

або, замінюючи v на ωr

$$J \frac{d\omega}{dt} = -(kr\omega + M_2).$$

Розділяючи змінні та інтегруючи результат знаходимо:

$$t = \frac{J}{kr} \ln \frac{M_2 + kr\omega_0}{M_2} = \frac{J}{kr} \ln \left(1 + \frac{kr}{M_2} \omega_0 \right).$$

Таким чином, досліджена динаміка маховика, а також час його гальмування до повної зупинки.

УДК 531.534

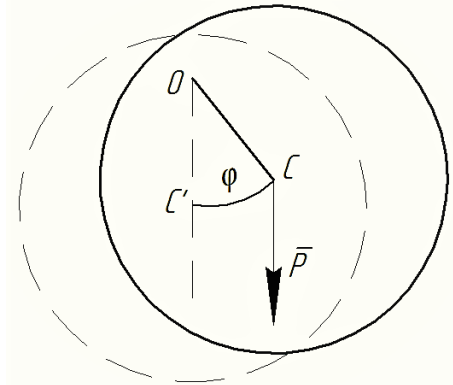
ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛИХ КОЛИВАНЬ ФІЗИЧНОГО МАЯТНИКА

студент Кузнецова А. Д., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Дослідимо закон руху диска при малих коливаннях, якщо він знаходиться в коливаннях навколо нерухомої горизонтальної осі, що перпендикулярна до площини диска радіуса r і проходить через точку O , де відстань від O до центра тяжіння C дорівнює $r/2$ ($OC = a$), P - вага диска.



Вважатимемо, що в початковий момент кут φ відхилення диска від положення рівноваги дорівнює φ_0 , а його початкова кутова швидкість дорівнює 0. Зауважимо, що тут розглядається фізичний маятник.

Відомо, що диференціальне рівняння обертального руху маятника

$$J_0 \ddot{\varphi} = -aP \sin \alpha,$$

тут в правій частині момент сили P відносно точки O .

Так як коливання малі, то $\sin \varphi \approx \varphi$. Тоді диференціальне рівняння малих коливань маятника

$$J_0 \ddot{\varphi} + OP\varphi = 0 \text{ або } \ddot{\varphi} + k^2\varphi = 0.$$

$\varphi = C_1 \sin kt + C_2 \cos kt$, а з початкових умов отримуємо: $\varphi = \varphi_0 \cos kt$

Це рівняння і є шуканим законом руху маятника при малих коливаннях. Період цих коливань

$$T = \frac{2\pi}{R} = 2\pi \sqrt{\frac{J_0}{ap}}.$$

УДК 531.534

ВИЗНАЧЕННЯ ІМПУЛЬСУ НОРМАЛЬНОЇ РЕАКЦІЇ НЕГЛАДКОГО КРИВОЛІНІЙНОГО ЖОЛОБА ПРИ РУСІ ПО НЬОМУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ

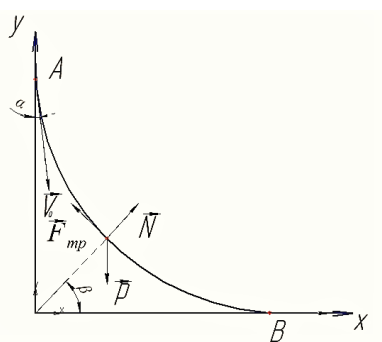
студент Терещенко І.Ю., к.т.н., доцент Штефан Н.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Розглянемо рух матеріальної точки по негладкому криволінійному жолобу, який розташований у вертикальній площині під дією власної ваги P . Кут тертя φ . Початкова швидкість v_0 в положенні А з ОУ утворює кут α . В кінцевий момент часу (в положенні В) швидкість v направлена по ОХ. Визначимо імпульс нормальної реакції жолоба за час t , за який точка перемістилась з А в В.

Для цього застосуємо теорему про зміну



кількості руху: $m(v_x - v_{0x}) = \int_0^t F_x dt$, $m(v_y - v_{0y}) = \int_0^t F_y dt$, де

$$F_x = P_x + N_x + F_{mp,x} = N_x + F_{mp,x},$$

$$F_y = P_y + N_y + F_{mp,y} = -P + N_y + F_{mp,y}, \text{ а також } F_{mp} = f \cdot N,$$

$$f = tg\varphi, v_x = v, v_y = 0, v_{0x} = v_0 \sin \alpha, v_{0y} = -v_0 \cos \alpha.$$

результаті математичних підстановок і перетворень маємо:

$$m(v - v_0 \sin \alpha) = \int_0^t N_x dt - f \cdot \int_0^t N_y dt, \quad mv_0 \cos \alpha = \int_0^t N_y dt + f \cdot \int_0^t N_x dt - Pt.$$

Так як $\int_0^t N_x dt = S_x$ та $\int_0^t N_y dt = S_y$, то: $fS_x + S_y = mv_0 \cos \alpha + Pt = m(v_0 \cos \alpha + gt)$.

Виразивши звідси S_x та S_y , знайдемо повний імпульс як:

$$S = m \cos \varphi \sqrt{(v - v_0 \sin \alpha)^2 + (gt + v_0 \cos \alpha)^2} = \frac{P \cos \alpha}{g} \sqrt{(v - v_0 \sin \alpha)^2 + (gt + v_0 \cos \alpha)^2}.$$

**СЕКЦІЯ 7
«ДЕТАЛІ МАШИН»**

УДК 621.785

**ВПЛИВ СТРУКТУРИ І ФАЗОВОГО СКЛАДУ
НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗМІЦНЕНОГО ШАРУ**

студент Гаврілов Є.Е., асистент Горобець А.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Довговічність та зносостійкість роботи деталей машин і механізмів в різних умовах експлуатації в значній степені залежить від властивостей їх поверхневих шарів і перш за все – методів їх зміцнюючої обробки.

До таких прогресивних технологій обробки відносяться метод хіміко-термічної обробки поверхонь сталей і сплавів карбідами титану і ванадію (Ti,V)C.

В роботі проведені дослідження структурно-фазових змін, мікротвердості хімічного складу в локальних точках і його розподілення по глибині зразка, а також характеристика дислокаційної структури і процесів формоутворення виконували з використанням комплексу включаючи світлову мікроскопію ("Versamet-2"), акустичну растрову електронну мікроскопію ("СЭМ – 515") і мікродифракційну електронну мікроскопію ("JEM – 200CX"). На базі експериментальних досліджень виконані оцінки диференційованого вкладу структурно-фазових параметрів у змінах характеристик міцності поверхневих шарів, а також розподіл та рівень локальних внутрішніх напружень в оброблених поверхнях та їх градієнтів.

Встановлена мікроструктура легованого шару у вигляді чітко вираженої кристалічної структури з орієнтацією, що направлена перпендикулярно перехідній зоні. Слід відзначити що спостерігається рівномірне насичення поверхневого шару легуючими елементами: до 13% Ti, до 12% V без різкого градієнту концентрацій в зоні переходу у напрямку зовнішньої поверхні легованого шару. Крім цього фіксується практична відсутність тріщин; показано, що карбіди покриття (Ti,V)C забезпечують стійкість до їх виникнення.

УДК 621. 875

ЗНОСОСТІЙКІСТЬ СТАЛЕЙ З ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ КАРБІДІВ ТИТАНУ ТА ВАНАДІЮ

студ. Добонін А.А., к.т.н., доц. Сердітов О.Т., асистент Горобець О.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Застосування, у якості покриттів на основі карбідів титану та ванадію, привело до змін у загальній технології хіміко-термічної обробки різноманітних сталей та інших сплавів для суттєвого підвищення їх зносостійкості. Особливий інтерес становлять сплави, які працюють в умовах абразивного зношування[1].

Основною метою роботи є дослідження зносостійкості сталі У12 у вихідному стані (гартування та відпуск) та з твердими покриттями типу карбід титану – карбід ванадію. Виконані дослідження та отримані результати показали, що зносостійкість сталі У12 з покриттям значно підвищується в 1,3 – 1,6 рази (рис.1). Такий результат зумовлений високою мікротвердістю покриттів на основі карбідів титану та ванадію (31,0 – 33,0 ГПА), особливостями структури та низьким коефіцієнтом тертя в зоні контакту. Мікроаналіз поверхонь зношування сталі з покриттям показав, що за умов мінімальних контактних навантажень і швидкостей ковзання, спостерігаються лінії, направлені по ходу тертя. Виникнення цих ліній зумовлено дією твердих часток карбіду титану та ванадію, які відокремлюються від покриття і діють як абразивний матеріал [2].

При руйнуванні покриття у разі торцевого до поверхні навантаження утворюється тріщина довжиною c за навантаження P_1 . Для характеристики міцності покриття у реальних умовах напруженого стану запропоновано використати величину під назвою мікроміцність σ , яку визначили за виразом (1):

$$\sigma = P_1/c^2 \quad (1)$$

УДК 621.785

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТІВ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ

студент Захарчук А. О., к.ф.-м.н.доц., Ключников Ю.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У проведених дослідженнях виявили основні механічні властивості зміцненого поверхневого шару вуглецевих інструментальних сталей У8-У10 карбідами перехідних металів титану та ванадію, а саме міцність, зношувальна витривалість, втомлюваність.

Мікротвердість і мікрокрихкість тугоплавких з'єднань визначалася на зразках, приготовлених як металографічні шліфи, на приладі ПМТ-3. Зношувальна витривалість поверхневого шару визначалася при зтиранні об шкіру з електрокорунду.

Випробування поверхневих шарів показали, що крихке викришування мікрооб'ємів зміцненого шару та міцність зв'язку з основою є визначальним фактором його зношувальної витривалості, а розвиток тріщин – наслідок термопружних напружень, що виникають в кристалітах на поверхні металу.

Також у роботі проведені дослідження на корозію та газоабразивне зношення. Зношувальна витривалість при газоабразивному зношенні визначається комплексом їх фізико-хімічних характеристик: твердістю, крихкістю, силою зв'язку між зернами, викривленням поверхні тощо. Для крихких матеріалів причиною руйнування поверхні є сколювання і викришування робочих шарів.

Розкриті основні властивості газоабразивної ерозії, як поверхневого руйнування матеріалів під дією повітряного (газового) потоку, насиченого твердими абразивними частинками або хімічними реагентами. Ударяючись об металеву поверхню тверді частинки руйнують поверхневий шар виробу, причому ерозія (корозія) значно зростає з підвищенням кінетичної енергії частинок, що розлітаються або хімічно-активних реагентів.

УДК 629.787.

ПІДШИПНИКИ З НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ

студенти: Котенко Д. В., Тищенко К. В., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Найпоширеніша шкідлива речовина для підшипників -це вода або вологість. Вологість може потрапити в підшипник під високим тиском, також вона може потрапити в закритий підшипник, так як внутрішні повітряні кишені підшипника остигають після виключення машини. У підшипниках в період простоїв волога, що міститься в мастилi, притягується до точки контакту кульки і доріжки кочення, створюючи осередки корозії, розташовані на доріжці кочення з тим же кроком, що кульки. У кращому випадку, це проявляється в підвищенні шумності і несплавності ходу і веде до відшарування пошкодженої корозією дорожки кочення і передчасної відмови підшипника. У гіршому випадку відбувається заклинювання підшипника.

Для роботи в умовах атмосферної корозії (високої вологості) серійно виробляють підшипники з нержавіючих хромовмісних сталей. В якості основних конструкційних матеріалів використовується мартенситна сталь



AISI 440C або її модифікований варіант QD51 (аналог російської сталі 110X18M), з якої виготовляються тіла кочення, зовнішні і внутрішні обойми і аустенітні сталі AISI 302 (аналог російської сталі 12X18H9) або AISI 304 (аналог російської сталі 08X18H10), які застосовуються при виробництві сепараторів. Використання нержавіючих сталей замість стандартної підшипникової сталі SAE 52100 (аналог російської сталі ШХ15) дозволяє значно збільшити термін служби підшипників в агресивному середовищі.

УДК 629.787.

ПЛАСТИКОВІ ПІДШИПНИКИ.

студенти: Кушнірук В.М., Ткачук М.В., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Підшипники, які повністю або здебільшого виготовлені з штучних полімерних матеріалів, називають пластиковими. У порівнянні з більшістю металевих підшипників, пластикові набагато легші і можуть працювати в хімічно агресивних середовищах. Пластикові підшипники кочення зазвичай мають кільця з конструкційного пластика, а тіла кочення з пластика, нержавіючої сталі, кераміки, скла або титану. Вони можуть бути з пластиковим сепаратором або без сепаратора.

Пластикові підшипники ковзання (втулки) найчастіше зроблені з полімеру цілком, іноді з армуванням або сталеву гільзою. Також є



пластикові корпуси підшипників і підшипникові вузли. Промислові пластикові підшипники з'явилися завдяки створенню полімерів з малим тертям - трібопластів, наприклад, поліамідів і фторопластів. Вантажопідйомності і граничні швидкості обертання пластикових підшипників в десятки разів нижчі, ніж у аналогічних сталевих кулькових підшипників, а маса нижче приблизно в 4 рази. Вони стійкі до корозії. Стандартні матеріали: кільце - поліоксиметилен, поліпропілен, поліамід; кульок - нержавіюча сталь, скло. Нестандартні матеріали: поліетилен, поліефірефіркетон, боросиликатне скло, поліамід, поліетилентерефталат, полівінілдифторид, поліфеніленсульфід, титан, нітрид кремнію, оксид алюмінію, оксид цирконію.

УДК 621.785

ПІДВИЩЕННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ МІЦНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ

студент Лаюк О.М.; к.ф.-м.н., доц., Ключников Ю.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Робота присвячена підвищенню рівня характеристик конструктивної міцності (тріщиностійкості, міцності, в'язкості руйнування) поверхневих шарів виробів із конструкційних сталей з покриттями TiC, (Ti,V)C, за рахунок формування структури з рівномірним розподілом дискретних зміцнюючих фаз. Встановлений вплив технологічних режимів процесів хіміко-термічної обробки на зміну структурних і концентраційних параметрів легованих шарів.

Показано, що при поверхневому легуванні конструкційних сталей карбідами титану і ванадію, схильність до тріщиноутворення обумовлена структурними (розмір кристалітів) і концентраційними змінами, що приводить до формування різких концентраційних градієнтів, сприяючих формуванню в граничних зонах карбідних фаз, які спричиняють утворення щільних направлених дислокаційних скупчень – локальних концентраторів внутрішніх напруг, і, відповідно, осередків зародження і поширення тріщин.

Для формування в поверхневих шарах виробів із конструкційних сталей структури з рівномірним розподіленням дисперсних зміцнюючих фаз, що забезпечує високий рівень фізико – механічних властивостей, процеси нанесення покриттів рекомендується проводити при температурі 1090 – 1100 °C, 2– 4 години.

При підвищенні границі рекомендованих діапазонів температури і часу витримки спостерігається зміна щільності дислокацій у вигляді щільних протяжних дислокаційних скупчень. Причому, дані дислокаційні скупчення характерні для зон формування масивних виділень, де спостерігається різкий градієнт, як по структурі, так і по щільності дислокацій. Саме градієнт щільності дислокацій і є основною причиною формування різких градієнтів локальних концентраторів внутрішніх напружень, які являються причинами тріщиноутворення і різкого зниження рівня фізико – механічних властивостей.

УДК 629.787.

КОНІЧНІ РОЛИКОПІДШИПНИКИ

студенти: Михалишина Т. С., Ковба А. М., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Конічні роликотпідшипники мають конічні доріжки кочення внутрішнього і зовнішнього кілець, між якими розташований комплект конічних роликів з сепаратором. Така конструкція дозволяє підшипнику сприймати комбіновані навантаження, тобто навантаження, які одночасно діють в радіальному і осьовому напрямках. Лінії проєкції доріжок кочення сходяться в одній точці на осі підшипника (рис. 1), що забезпечує якісне кочення і низьке тертя. Осьова вантажопідйомність в основному визначається кутом контакту, чим він більший, тим більше осьове навантаження може сприймати підшипник.

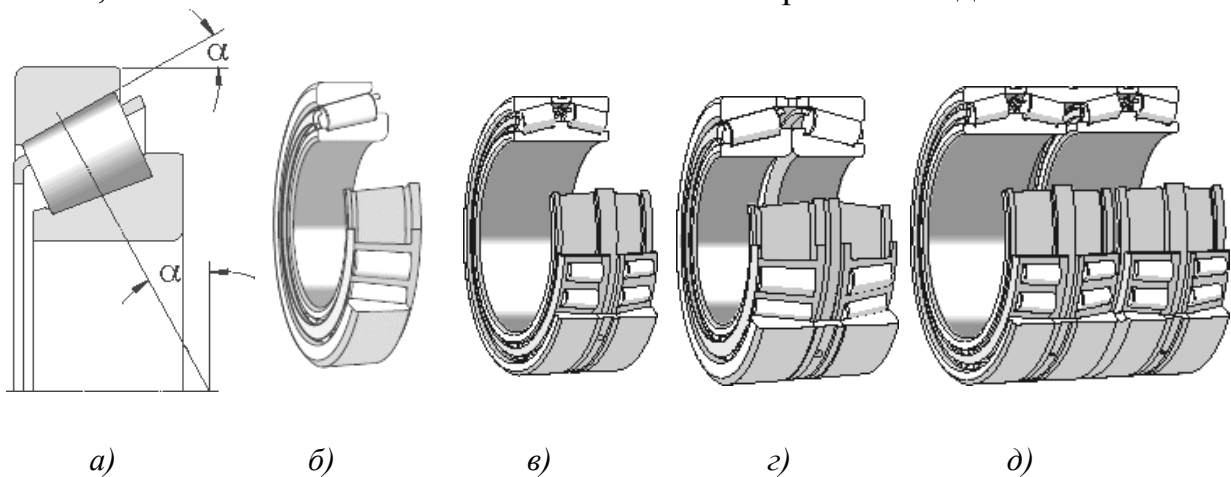


Рис.1. Конічні роликотпідшипники

a– схема контакту; *б*– однорядні; *в*– спарені; *г*– дворядні; *д*– чотирирядні.

Дані підшипники розділені на наступні групи: однорядні роликотпідшипники; спарені конічні роликотпідшипники; дворядні конічні роликотпідшипники; чотирирядні конічні роликотпідшипники.

Як правило, конічні підшипники мають розбірну конструкцію, що полегшує їх монтаж і демонтаж. Конічні підшипники мають логарифмічний профіль контакту, який забезпечує оптимальний розподіл напружень по лінії контакту.

УДК 621.785

ЗМІЦНЕННЯ СТАЛЕЙ У7-У12 ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ ТА ВПЛИВ ЇЇ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ

студент Пещеров О.В., к.ф-м.н., доц. Ключников Ю.В., ас.Горобець О.І.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Предметом дослідження є створення зміцнюючих поверхневих покриттів на вуглецевих інструментальних сталях У7-У12 хіміко-термічною обробкою (ХТО) із використанням порошків титану та ванадію та дослідження утворення нових фазових і мікроструктурних з'єднань на поверхні сталей в умовах різних режимів. Ці питання залишаються складними для досліджень, оскільки потребують з'ясування особливостей формування покриттів на сталях та їх впливу на міцнісні характеристики[1]. Перспектива таких досліджень полягає у створенні нових матеріалів з підвищеними параметрами щодо твердості, зносо- і корозійної стійкості.

В роботі встановлено, що важливим фактором металургійного контакту з металічною основою є температура та витримка ХТО. Встановлено, зокрема, що з підвищенням температури процесу (з 950°C до 1050°C) доля крихкого руйнування зміцнюючого покриття зменшується.

Методами рентгенівської дифрактометрії та оже-спектроскопії виявлено процентний вміст карбиду титану, ванадію, а також атомів кисню, азоту та водню. Встановлено, що у зміцнюючому шарі металу розподіл твердості нерівномірний і характеризується зростанням твердості від основи металічної підкладки в напрямку до поверхні нанесеного шару.

В роботі проведені дослідження кінетики поверхневої структури матеріалів та корозійної активності обробленої поверхні після ХТО (рис.1), розроблена методика оцінки корозійної стійкості оброблених поверхонь ХТО.

Проведено вимірювання корозійної стійкості сталей, що пройшли ХТО різними видами карбідів. Виявлені залежності щодо динаміки атмосферної корозії дозволяють зробити висновок про зниження граничної втрати маси

зразків після ХТО внаслідок корозійних руйнувань до 15 % порівняно із необробленими зразками. Приведена методика розрахунку параметрів процесу ХТО сталей [2], яка дозволяє вибрати оптимальні режими проведення процесу ХТО вуглецевих сталей та передбачити фазовий склад поверхні після проведення обробки. Встановлено, що ХТО суттєво впливає на розподіл поверхневої енергії, тим самим змінює характер протікання корозії, що виявляється в інтенсифікації процесу в структурно модифікованих областях.

Результати отримані в роботі можна використати при розробці деталей технологічної оснастки і інструменту, що працюють в умовах підвищеного зношування, а саме, в умовах абразивного корозійного середовища, а також при незначних ударних навантаженнях металів.

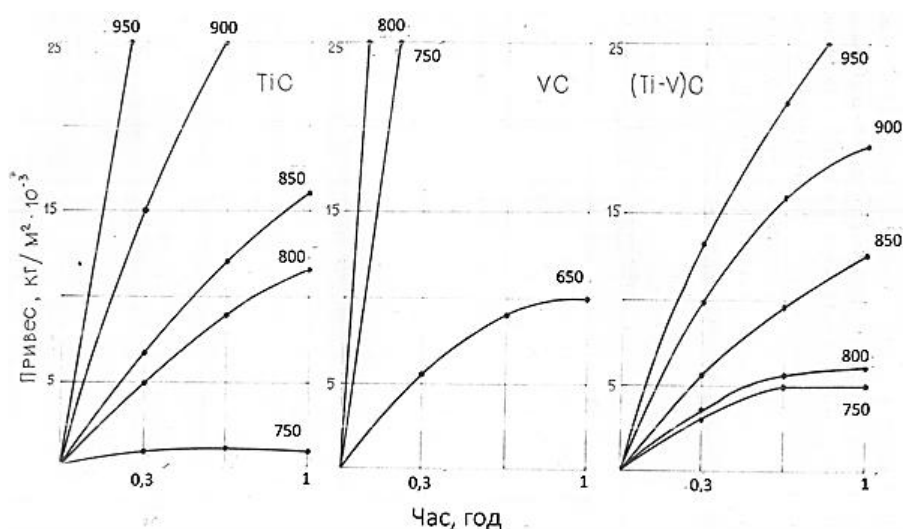


Рис. 1 – Кінетичні криві окислення покриттів на сталі У8.

Перелік посилань:

1. Хижняк В.Г., Помарин Ю.М., Курило Н.А., Медова И.Ю., Диффузионные покрытия на основе карбидов Ti,V и Cr на стали У8А // Современная электрометаллургия. – 2007. - №4. – С. 30-33.

2. Сігова В.І., Хижняк В.Г., Курило Н.А. Азототитанування конструкційних та інструментальних сталей // Вісник Сумського держ. Ун-ту. - 2007 - №2. - с.73-79.

УДК 629.787.

РАДІАЛЬНО-УПОРНІ КУЛЬКОВІ ПІДШИПНИКИ

студенти: Пінчук А.С., Калюжний Д. В., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Радіально-упорні кулькові підшипники мають доріжки кочення на внутрішньому і зовнішньому кільцях, які зміщені відносно один одного вздовж осі підшипника. Така конструкція дозволяє підшипнику сприймати комбіновані навантаження. Осьова вантажопідйомність підшипника зростає зі збільшенням кута контакту. Кут контакту – це кут між лінією, що з'єднує точки контакту кульки з доріжками кочення, за якими навантаження передається від однієї доріжки кочення на іншу, і лінією, перпендикулярною осі підшипника.

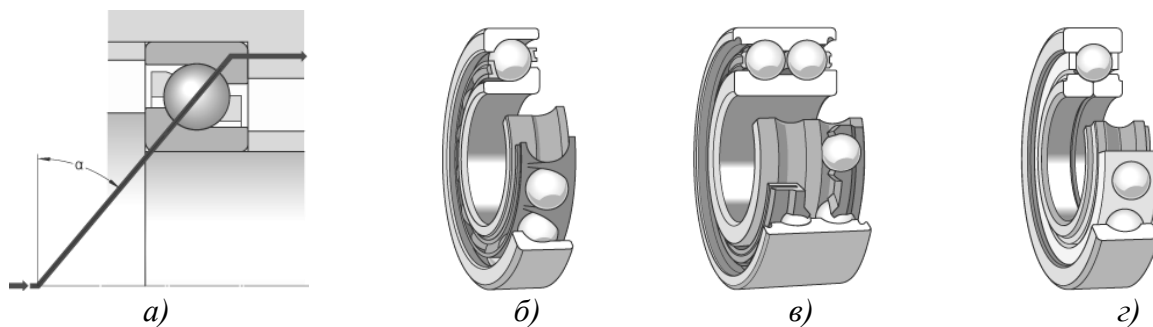


Рис.1. Радіально-упорні шарикопідшипники

a– схема контакту; *б*– однорядні; *в*– дворядні; *г*– з чотирьохточковим контактом.

Однорядний підшипник здатний сприймати осьове навантаження, що діє тільки в одному напрямку, тому зазвичай встановлюється в парі з іншим підшипником. Такі підшипники характеризуються нерозбірною конструкцією, їх зовнішні і внутрішні кільця мають один високий і один низький заплечик. Дворядний підшипник створює жорстку опору, сприймає радіальні і осьові двосторонні навантаження, а також згинальні моменти. Підшипники з чотирьохточковим контактом можуть сприймати осьові навантаження в обох напрямках та займають менше місця в осьовому напрямку, ніж дворядні.

УДК 629.787.

ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ ПІДШИПНИКИ

студенти: Процюк О. О., Тертус О. Г., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

У високотемпературних підшипниках радіальний зазор між тілами кочення і зовнішнім кільцем виконується більше, ніж в стандартних підшипниках. При нагріванні в процесі роботи відбувається збільшення розмірів кульок і кілець і радіальний зазор стає нормальним. Підшипникова сталь не має високу жароміцність, тому в високотемпературних підшипниках використовується спеціальна жароміцна сталь або нержавіюча сталь, яка при високих температурах ще також стійка до корозії. Виконані з синтетичних матеріалів ущільнення стандартних підшипників розраховані на максимальну температуру 400°C. У високотемпературних підшипниках ущільнення виконані зі спеціальних полімерних матеріалів і можуть працювати при температурі до 800°C. Сепаратори в високотемпературних підшипниках, як правило, виконують зі сталі або латуні. У стандартних підшипниках мастила не призначені для експлуатації при високих температурах. Закриті високотемпературні підшипники заповнені високотемпературним мастилом, яке витримує до 300°C або порошковим мастилом (графітовим, тефлоновим), яке розраховане на температури до 600°C. Високотемпературні підшипники можуть не змащуватися, якщо на них нанесені спеціальні антифрикційні керамічні покриття або покриття зі спеціальних сплавів. Швидкість обертання високотемпературних підшипників нижча, ніж стандартних однакового розміру. Це пов'язано з більшою в'язкістю мастил для високих температур.



ПІДСИЛЕННЯ СЛАБКИХ ГРУНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СТРУМЕНЕВОЇ ЦЕМЕНТАЦІЇ

доц. к.т.н.Рубльов А.В.

Національний транспортний університет

До проблем при будівництві транспортних споруд відносять проблеми покращення слабких ґрунтів [1].

Для зменшення величини деформації в характерних місцях зміни модуля деформації основи (перехід до підсипної основи, перехідна плита інженерної споруди , то що) запропонована схема зміцнення слабких ґрунтів за допомогою пристрою ґрунтоцементних колон по технології струменевої цементації ґрунтів [2]. Проведені вимірювання підтвердили правильність обраних геометричних і міцнісних характеристик ґрунтоцементних колон. Величини діаметрів колон були в діапазоні від 700 до 800 мм. Межа міцності ґрунтоцементу на стиск склав 2,1...3,5 МПа. По завершенні пристрою ґрунтоцементних оголовки колон були розкопані, і поверх них влаштований гнучкий ростверк і зведено насип. Досвід проведених робіт показує, що застосування технології струменевої цементації дозволяє успішно вирішувати завдання зміцнення слабких ґрунтів основ у транспортному будівництві [3].

Перелік посилань

1. ДСТУ 1.5:2003 Правила побудови, викладення, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів (ISO/IEC Directives - Part.2:200, NEQ)

2. ДК 004-2003 Український класифікатор нормативних документів (ICS:200, IDT)

3. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. НИИОСП. Москва. 2005 г. (Проектування і влаштування основ і фундаментів будівель і споруд. НИИОСП. Москва, 2005 р.)

УДК 621.9.048

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗМІРНОЇ ОБРОБКИ ДУГОЮ

студ. Скляр А.В., к.ф.-м.н., доц. Ключников Ю. В., к.т.н., доц. Сердітов О.Т.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Розмірна обробка дугою (РОД) [1] полягає в тому, що обробку здійснюють стаціонарною електричною дугою, яка горить між електродом-інструментом (ЕІ) і електродом-заготовкою (ЕЗ) в поперечному потоці рідини при динамічному тиску потоку не менше 1...2 кПа. Отриманий таким чином дуговий розряд має високі енергетичні характеристики, достатні для локального руйнування металу за рахунок випаровування і краплинного викиду розплаву, і переміщається по поверхні електродів, копіюючи, таким чином, на заготовці профіль ЕІ, а потік рідини видаляє метал із зони обробки. Розмірна обробка дугою застосовується для обробки різноманітних фасонних порожнин кувальних штампів, прес-форм; для прошивки різноманітних глухих і наскрізних, круглих і фасонних отворів; для обробки листових деталей будь якої товщини з будь яких металів і таке інше.

З метою підвищення точності і зменшення шорсткості, в роботі запропоновано проводити розмірну обробку дугою (РОД) в чистовому режимі з накладанням ультразвукових коливань. Так, якщо припустити, що обробка проводиться при певному оптимальному зазорі, мають місце деякі відхилення в обидва боки: збільшення і зменшення зазору. Тоді, накладання ультразвукових коливань в інтервалі між оптимальним і максимальним зазором дозволить проводити цю обробку на більш м'яких режимах (без стрибків струму). Це призведе до зменшення шорсткості, збільшення точності і до деякого зниження продуктивності. Для забезпечення коливань електрода запропоновано використовувати ультразвуковий п'єзоелектричний перетворювач, розрахунок якого проводиться відповідно до методики [2].

Запропоновано модернізацію верстату для РОД до складу якого входить ультразвуковий перетворювач (Рис.1), який складається з п'єзокерамічних пластин, двох сталевих накладок, болта, який стягує всю конструкцію, а також фторопластової ізоляції. Функцію провідника катода виконує латунний болт, з'єднаний з електродотримачем і електродом-інструментом. Функцію анода виконує деталь, яка встановлена на робочому столі. Ультразвук підводиться до поверхонь п'єзокерамічних пластин через шпильку і болт.

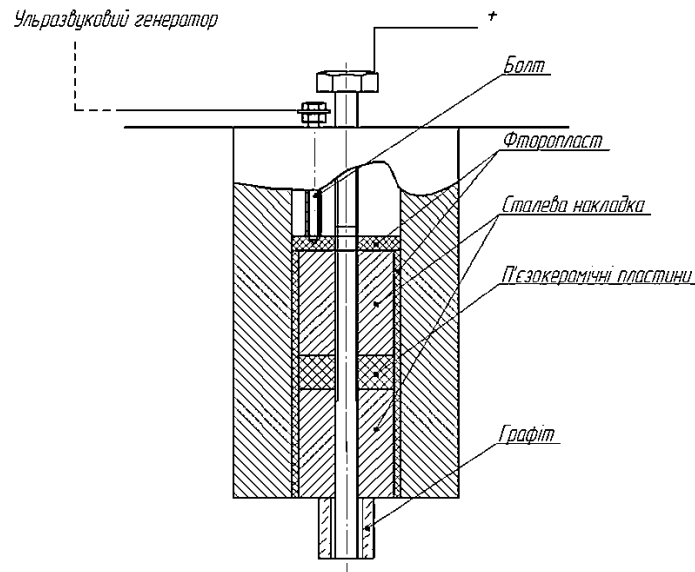


Рисунок 1 – Робоча головка верстату РОД з вбудованим ультразвуковим перетворювачем.

В роботі [1] показано, що із збільшенням динамічного тиску потоку рідини в зазорі шорсткість поверхні зменшується. Цей ефект досягається при використанні ультразвукових коливань в моменти зближення електродів.

Таким чином, накладання ультразвукових коливань в режимі чистової обробки дозволяє покращити технологічні показники, а саме - точність і шорсткість, без збільшення динамічного тиску робочої рідини.

Перелік посилань:

1. Носуленко В.И. Размерная обработка металлов электрической дугой // Электронная обработка материалов. -2005. №1. С.8-17.
2. Холопов Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов. - Л.: Машиностроение. 1988. -224 с.

УДК 629.787.

ПІДШИПНИКИ ДЛЯ ВАКУУМНИХ ВУЗЛІВ

студенти: Шевченко Я.М., Крестошина О. П., доц. Скуратовський А. К.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Однією з головних вимог для вузлів, що працюють у вакуумі є умова, що підшипник не повинен стати джерелом забруднення вакууму, тому зазвичай мастило з високим тиском парів (тобто мастило, яке починає інтенсивно випаровуватися у вакуумі, забруднюючи технологічний процес) не додається, якщо швидкість обертання підшипників незначна.

Якщо швидкість обертання велика, можливе використання високовакуумного мастила, що має низький тиск парів. При певних швидкостях, коли для сталевих підшипників високовакуумне мастило в силу технологічного процесу небажано використовувати, можна застосовувати підшипники з керамічними кульками або повністю керамічні підшипники.



Для забезпечення необхідних умов роботи підшипників використовуються також тверді мастильні матеріали. Найбільшого поширення набули дисульфід молібдену, фторопласт, графіт, а також композиції на базі цих матеріалів. В якості твердих мастильних матеріалів застосовують також металеві покриття сріблом, свинцем, нікелем, сплавом срібло-свинець. Підшипники з кераміки краще використовувати в вакуумних процесах при високих температурах. Керамічні підшипники більш крихкі. Підшипники з нержавіючої сталі з кульками з нержавіючої сталі або керамічними кульками більш зручні при роботі з невисокими температурами (до 100⁰С), але мають вищу ймовірність заклинювання при температурах (200-700⁰С). Одним із шляхів створення підшипників кочення без змащування є використання самозмащувальних сепараторів.

**СЕКЦІЯ 7
«ФІЗИКА»**

УДК: 539

ЧАСОВІ КРИСТАЛИ

студент Вірченко Л.А., ст.викл. Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ми живемо в час великих відкриттів і досягнень людства. Нові технології не тільки покращують наше життя але й відкривають нам нові досі невідомі шляхи у майбутнє. Тепер освоєння космосу чи створення нових потужних джерел чистої енергії або левітуючий транспорт чи нова форма матерії вже не наукова фантастика, а реальність що стукає в наші двері. І одним з ключей, що можуть відкрити ці двері є фізика. Вже сьогодні вченим вдалося створити і провести перше в історії спостереження за новим станом матерії, яке називається часовим кристалом. У звичайних кристалах атоми розташовані в певному порядку, який повторюється в просторі в різних напрямках, структура часових кристалів не має просторової впорядкованості, замість цього вона повторюється через певні проміжки часу. Тому вони є першими зразками матерії, нездатними самостійно прийти в стан нерухомої рівноваги. Ідею про можливість існування цих незвичайних кристалів була висунута в 2012 році вченим-фізиком і Лауреатом Нобелівської премії Френком Вілкзеком з Массачусетського технологічного інституту. Після цього було опубліковано безліч наукових робіт по цій темі, в деяких з них пропонувались нові способи створення часових кристалів, а в інших наводилися докази неможливості їх існування.. Для того, щоб створити часовий кристал, дослідники використовували іони ітербію. Ці іони піднімалися і утримувалися за допомогою

електричного поля, а початковий поштовх, запустивши "вічний двигун" тимчасового кристала, був проведений за допомогою імпульсу лазерного світла. Імпульси світла інших додаткових лазерів використовувалися для того, щоб упорядкувати рух іонів, після чого цей рух повторювався. Тут головне те, що характеристики початкового імпульсу лазерного світла і імпульсів додаткових лазерів були підібрані таким чином, що енергія цих імпульсів не могла виступати в ролі сили, яка змушує рухатися всю систему іонів. Ці імпульси служили тільки для завдання тимчасового ритму руху. Все, що відбувалося з системою іонів ітербію, повністю вкладається в рамки, що визначаються теорією Франка Вілкзека, і це є доказом того, що вченим все ж таки вдалося створити перший діючий часовий кристал. Таке порушення симетрії матеріалу призводить до виникнення у нього ряду унікальних властивостей.

Перелік посилань:

1. <http://www.dailytechinfo.org> від 08.03.2017 р.

УДК:539

ВІДКРИТТЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ

студент Ковальов Р. В, ст. викл. Печерська Т.В.

Національний Технічний Університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

14 вересня 2015 року група вчених з декількох країн, що працюють у складі міжнародного проекту LIGO Scientific Collaboration, за допомогою обсерваторій-детекторів зафіксували в лабораторних умовах гравітаційні хвилі.

Фізик Альберт Ейнштейн передбачив існування гравітаційних хвиль сто років тому як частину своєї загальної теорії відносності. Проте лише тепер з'явився прямий доказ їхнього існування.

Джерелом гравітаційних хвиль є будь-яке тіло, яке володіє масою, що рухається з прискоренням. В реальності на роль таких тіл претендують пари чорних дір або нейтронних зірок, що обертаються навколо загального центру мас досить швидко і досить близько одна від одної. Через втрату енергії за рахунок гравітаційного випромінювання ці тіла поступово зближуються, збільшуючи швидкість обертів і, тим самим, частоту гравітаційних хвиль, поки не зіллються в одне тіло. Основна частина гравітаційного випромінювання припадає на останні частки секунди перед злиттям, коли тіла починають рухатися зі швидкостями, які можна порівняти зі швидкістю світла.

Гравітаційні хвилі поширюються Всесвітом абсолютно безперешкодно. Байдуже, що зустрінеться їм на шляху. Цим вони відрізняються від світлових чи звукових хвиль. За своєю суттю гравітаційні хвилі — викривлення самого простору.

Щоб зафіксувати гравітаційні хвилі, потрібен напрочуд чутливий детектор. Коли такі коливання сягають Землі, у них дуже мала амплітуда — у тисячі разів менша за атомне ядро.

Проект LIGO (лазерно-інтерферометрична гравітаційно-хвильова обсерваторія) заснували 1992 року в Сполучених Штатах Америки. LIGO

складається з двох високочутливих обсерваторій, які розташовані на відстані біля 3000 км одна від одної — на заході США, у Хенфорді, штат Вашингтон, та на сході — у Лівінгстоні, штат Луїзіана.

В обох обсерваторіях збудовані два однаково довгих, чотирикілометрових L-подібних тунелі, в кінці яких встановлені дзеркала. За допомогою лазерних променів, які дослідники відправляють на станціях, можна виміряти крихітні відхилення, які помітні завдяки затримці при віддзеркаленні — це ознака гравітаційних хвиль. Завдяки віддаленню обсерваторій одна від одної вчені можуть порівняти інформацію про момент утворення гравітаційних хвиль та їхній напрямок.

Джерелом хвиль, які по суті є "брижами" тканини простору-часу, стало злиття двох чорних дір за мільярд світлових років від Землі. Явище сталося 1,3 млрд років тому. Хвилі були зафіксовані в обох обсерваторіях, які брали участь у дослідженні. Кожна з чорних дір багаторазово перевищує Сонце за масою - в 29 і 36 разів.

Завдяки спільним зусиллям вчених, вдалося підтвердити припущення Альберта Ейнштейна щодо існування гравітаційних хвиль.

Джерела:

1. <http://www.5.ua/nauka/vcheni-zafiksuvaly-peredbacheni-einshteinom-hravitatsiini-khvyli-video-106002.html>
2. <http://tokova-vv.ck.ua/vcheni-pokazali-gravitatsiyni-hvili-shho-nablizyat-lyudstvo-do-rozuminnya-vsesvitu/>
3. <http://m.dw.com/uk/гравітаційні-хвилі-шість-важливих-фактів-які-потрібно-знати/a-19044323>
4. <https://hromadske.ua/posts/vcheni-zafiksuvaly-peredbacheni-einshteinom-hravitatsiini-khvyli>

УДК 527

ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ І НАВКОЛИШНІЙ СВІТ

студени Подвенцова Д.Д., Хоменко М.В., ст. викл. Печерська Т.В.,
доц. Печерська-Громадська К.Ю.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Класична теорія електромагнетизму була створена в 19 ст. і стала фундаментальним вченням про будову навколишнього світу. Уявлення про електромагнітні поля, польову теорію існування матерії, взаємоперетворення різних форм енергії надає теорії електромагнетизму загальнофілософське і світоглядне значення. Вона, будучи релятивістськи інваріантною, відіграла визначну роль у розвитку та становленні теорії відносності. І, нарешті, неможливо переоцінити її практичне значення, яке забезпечило бурхливий науково-технічний прогрес за минулі півтора століття.

Разом з тим курси «Електромагнетизм» і «Електродинаміка» (в класичних університетах), на протязі багатьох років залишаються досить консервативними дисциплінами. Одна з об'єктивних причин - згадувана вище завершеність теорії в позаминулому столітті. Переважна більшість існуючих в даний час підручників з цим курсом оперують однаковими або дуже схожими експериментальними фактами і прикладами, часом запозиченими з далекого минулого. Це, безумовно, знижує як і практичну користь від викладання курсів, так і інтерес студентів до їх вивчення.

За минулі кілька десятиліть світ кардинально змінився. Були розвинені проривні технології, що дозволили створити унікальні прилади і пристрої, засоби зберігання, обробки і передачі інформації. Серед них, наприклад: атомно-силовий мікроскоп (блискуча ілюстрація прояви електростатичної взаємодії), що забезпечує реально атомну роздільну здатність, сканери і інтравізорі, магніторезонансний томограф, високочутливі металодетектори і металошукачі, накопичувачі на флеш-пам'яті з об'ємом пам'яті що досягає

близько 1 Тб, ксерокопіювальні пристрої, різноманітні принтери і апарати факсимільного зв'язку.

Захоплюють можливості сучасних прискорювачів заряджених частинок у надсильних магнітних полях, а також великий андронний колайдер з сумарною енергією протонів 14 ТеВ, потягів на магнітній подушці, які досягають швидкості більше 500км/год, електромагнітних гармат, невеликий снаряд яких, вилітаючи зі швидкістю, близькою до першої космічної, перетворює тверду мішень в плазмову хмару, тощо.

Як і раніше для людства актуальні проблеми використання атмосферної електрики і передачі бездротовим способом, проблеми земного магнетизму і захисту Землі від сонячного вітру, сонячної енергетики і послідовного заміщення не відновлювальних джерел енергії альтернативними джерелами.

Фантастичний прогрес вдалося здійснити створенням Інтернету, впровадження засобів мобільного і космічного зв'язку, включаючи системи GPS і ГЛОНАСС з просторовим розширенням порядку 1 м., без яких уже не можливе існування людства. Нарешті, багатообіцяючою виглядає поява низькорозмірних структур (наноструктур) і на їх основі матеріалів, які володіють унікальними електричними і магнітними властивостями.

Без сумнівів, зміст підручників і навчальних програм, маючих відношення до розглянутої тематики, повинно бути скориговано з урахуванням научно-технічного прогресу за останні десятиліття. Окрім того, постійні приклади, того, що створило людство, за допомогою класичної теорії електромагнетизму, приклади, для пояснення кожного конкретного явища цієї теорії надихали б студентів більш глибока вникати у суть процесу, показували б практичність отриманих знань.

Перелік посилань:

1. Электромагнетизм и окружающий мир/ В.А. Алешкевич,
2. Физика в системе современного образования (ФССО-11), Волгоград, Т.1, 2011г.

УДК:530.1

МЕТОД АНАЛОГІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

студент Супруненко М.І., Шарипов Я.М., ст. викл. Печерська Т.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

К теоретичним методам наукового пізнання відноситься дедукція, ідеалізація і моделювання, а також метод аналогії. При умовиводі за аналогією знання, отримані шляхом розглядання якогось об'єкту, переносяться на новий об'єкт. В наукових дослідженнях саме аналогія є основою для аналізу фактів, отримання висновків, формулювання гіпотез. Розуміння значущості метода аналогії та вміння користуватись ним дуже важливі для розвитку наукового мислення студентів.

Так, розділ "Магнітне поле" можна вивчити за аналогією з розділом "Електрика" і запропонувати студентам самостійно заповнити наступну таблицю:

Зіставлення характеристики електричного та магнітного поля

Електрика	Магнетизм
q-електричний заряд	$I d \vec{l}$ -елемент струму
\vec{E} -напруженість	\vec{B} -магнітна індукція
ϵ_0 -електрична стала	μ_0 -магнітна стала
$P = q \vec{l}$ -електричний момент	$P_m = IS \vec{n}$ -магнітний момент
$\rho_{зв}$ -об'ємна густина зв'язаних зарядів	$\vec{j}_{мол}$ -густина молекулярних струмів
K-діелектрична сприйнятливість	χ -магнітна сприйнятливість
\vec{P} -вектор поляризації	\vec{J} -вектор намагнічення
ϵ -діелектрична проникність	μ -магнітна проникність
\vec{D} -вектор електричного зміщення	\vec{H} -напруженість

Як показує практика, самостійне зіставлення характеристик електричного і магнітного поля призводить до більш ефективного засвоєння матеріалу, систематизації знань, економії аудиторного часу.

Метод аналогії корисний і при викладанні теми "Електромагнітні коливання", за допомогою якого доволі просто встановлюється аналогія між зміщенням і зарядом, швидкістю і силою струму, прискоренням і зміною сили струму, масою та індуктивністю і т.д. Метод аналогії можна застосувати для ілюстрації термінів і законів. Так, рух струму в електричному колі, послідовне та паралельне з'єднання провідників, роль джерела струму в колі пояснюються часто за допомогою гідродинамічної аналогії.

Таким чином, використання методу аналогії виступає одним із способів вирішення актуальної проблеми вдосконалення теорії та методів викладання фізики в умовах кредитно-технології навчання та проблеми підвищення ефективності освітнього процесу.

Перелік посилань:

1. Воловик П. М. Фізика для університетів. Ірпінь: «Перун», 2005.
2. Макаров Є.Ф., Озеров Р.П. Фізика для хіміко-технологічних спеціальностей. М.: Наук. світ, 2002.
3. Пономаренко Є.В. Методичні вказівки до організації СРС з дисципліни "Фізика" для студентів технічних спеціальностей. Шимкент: Вид. Центр ЮКГУ М.Азуєва, 2007.

УДК:530.1

ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ

студентки Полякова В., Гафінець Я., ст. викл. Печерська Т.В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Відомо, що думки генія та його витвори з роками стають ближче до майбутніх поколінь. Представники кожного покоління, звертаючись до праці геніальних вчених, письменників, митців, знаходять подібні їм думки та відповіді на сучасні питання. Луї де Бройль – геніальний фізик ХХ ст., що змінив наше уявлення про світ шляхом згуртування світу часток та світу хвиль в єдиний світ, що показав існування хвиль матерії, залишив величезну наукову спадщину. За своє довге життя (1892-1897 рр.) Луї де Бройль написав поряд 240 статей, 37 наукових книг, 10 книг з філософії науки. Ім'я Луї де Бройля є унікальним в ряду всесвітньо відомих фізиків. І не дивно: напрочуд гармонійне поєднання дослідника і викладача роблять його постаттю чи не винятковою, повертаючи увагу та викликаючи повагу.

Аналізуючи сучасний стан питання щодо викладання фізики у технічних вузах, цікаво звернутись до образу викладача, професора Луї де Бройля та його погляди на методику викладання фізики. Фізика досліджує природні явища за допомогою ретельно виважених експериментальних та теоретичних методів пізнань. У ході цієї діяльності накопичувалася інформація про досліджувані явища природи. Згодом, в міру її упорядкування та побудови в систему наукових знань, вона глибоко проникла в культуру суспільства. Освіта ставить перед собою завдання передати молоді соціально значущі знання, що представляють собою вже випробовану часом систему фактів і положень, за своєю суттю схильну до стійкості. Той факт, що наука має справу з мінливістю, тобто «неодмінно передбачає вічний неспокій», а освіта – з постійністю знань та уявлень та тим самим «прямує до установаження непорушної упевненості», породжує поміж них суттєву різницю та в результаті приводить до тимчасовому та якісному розриву в тлумаченні наукової істини, формуванні наукового мислення та понятті самого образу науки. Зміст навчального курсу фізики являє собою своєрідний «зріз» динамічного потоку наукових знань та уявлень, нароблений не одним поколінням дослідників, що складають зміст фізичної науки. Виконання цього зрізу, його кропіткий аналіз з позиції запиту суспільства, педагогіки та психології освіти поставили вимогу зі сторони вчених та дидактиків чимало сил, часу, винахідництва. Вочевидь також, що з метою досягнення необхідної відповідності навчального курсу прийнятих

критеріїв науковості відбір та структурування навчального знання, як правило, мають пройти шлях по ланцюжку наука – вуз – школа.

Майже шістдесят років тому він звернув увагу на методику викладання фізики в університетській і технічній освіті: спостерігається «інерція» викладання по відношенню до сьогоденного прогресу, воно завжди запізнюється за сучасним станом науки. Ці питання не втратили своєї актуальності і сьогодні. Фізика розділена на дві частини, які мають спільні точки дотику, однак відрізняються: класична фізика, фізика макроскопічних явищ і фізика мікроскопічних явищ – атомна фізика (так називає її Луї де Бройль [1]). З появою квантової теорії, хвильової механіки, ядерної фізики відбулась інтелектуальна революція, яка принесла нові уявлення і торкнулась важливих філософських аспектів. «Класична фізика, як старі землі, де можна майже не боятись землетрусів і вулканічної діяльності, знаходиться в укритті від дуже великих змін», - писав Луї де Бройль (Там же). Найкращою формою вивчення фізики в вищих учбових закладах Луї де Бройль вважає поглиблене вивчення класичної фізики, загальних положень в атомній фізиці без розглядання суперечливих і важких деталей, «...Як ембріон живого створіння проходить послідовні фази, в основних рисах коротко повторюючи еволюцію виду, до якого він належить, так і розум дитини і молодого людини в деякому сенсі коротко повторює історію людського розуму. Молода людина, що приступає до серйозного вивчення фізики, добре уявляє лише макроскопічний світ... вона має продовжувати переживати історію людського розуму, вивчаючи спочатку фізику макроскопічного світу, тобто класичну фізику. Потім, якщо у неї є до цього бажання, вона може намагатися вийти за межі цієї добре розробленої області і розпочати вивчення більш тонких умоглядних побудов атомної фізики [3, с. 315]. Він писав, що прийде момент, коли ранне вивчення атомної фізики стане можливим і навіть корисним. Але це буде ще не завтра. Схоже, це завтра не настало і в 2010 р. В навчальних програмах дисципліни «Фізика» для технічних університетів практично відсутні теми, що віддзеркалюють успіхи сучасної фізики, а учбові посібники з фізики містять лише основи класичної фізики і досягнення фундаментальної і прикладної фізики першої половини XX ст.

Перелік посилань:

Макаров Є.Ф., Озеров Р.П. Фізика для хіміко-технологічних спеціальностей. М.:Наук.світ,2002.

СЕКЦІЯ 1
«ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХІМІЧНИХ І
НАФТОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАСАДКОВОГО АБСОРБЕРА ДЛЯ ПОГЛИНАННЯ ПАРІВ ДИМЕТИЛКЕТОНУ Атаманенко К.Є., Гулієнко С.В.	4
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОТИТОЧНОГО АБСОРБЕРА ДЛЯ ПОГЛИНАННЯ SO ₂ ВОДОЮ Борисенко А. С., Степанюк А. Р.	6
МОДЕРНІЗАЦІЯ ТЕПЛООБМІННИКА З ПЛАВАЮЧОЮ ГОЛОВКОЮ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА Гребелюк І.В., Степанюк А. Р.	8
ТАРІЛЧАСТА ВІДПАРНА РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА ДЛЯ ВІДДІЛЕННЯ РОЗЧИННИКІВ ВІД МАСТИЛА Денисенко В.Р., Степанюк А.Р.	10
МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ КАТАЛІТИЧНОГО КРЕКІНГУ Довгошея А.А., Степанюк А.Р.	12
МОДЕРНІЗАЦІЯ СПІРАЛЬНОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ МАЗУТУ Іваненко М.С., Степанюк А.Р.	14
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА ДЛЯ УСТАНОВКИ ВІДДІЛЕННЯ РОЗЧИННИКІВ ВІД МАСТИЛА Ільєнко А.В., Степанюк А.Р.	16
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ Кичак Р. В., Зубрій О. Г.	18
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАСАДКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ СУМІШІ «БЕНЗОЛ-МЕТИЛБЕНЗОЛ» Козакова А.В., Степанюк А.Р.	20
МОДЕРНІЗАЦІЯ БЛОКУ РЕГЕНЕРАЦІЇ КАТАЛІЗАТОРА Панченко Д.В., Степанюк А.Р.	22
МОДЕРНІЗАЦІЯ РЕАКТОРА-ПОЛІМЕРИЗАТОРА УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІСТИРОЛУ Сацердотов А.О., Гулієнко С.В.	24
НАСОС ДЛЯ СВЕРДЛОВИНИ Стеблецький І.М., Степанюк А.Р.	27
ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА ПЕЛЕТ З ДЕРЕВИНИ Телестаков Є.А., Двойнос Я. Г.	28
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПАРОГЕНЕРАТОРА З ВІНОСНОЮ КАМЕРОЮ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ МАСТИЛА Труба А.М., Степанюк А.Р.	30
БАРАБАННА СУШАРКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СУПЕРФОСФАТУ Чеберда В.О., Степанюк А.Р.	32
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА У ЛІНІЇ	

ВИРОБНИЦТВА ОЦТОВОЇ КИСЛОТИ Чепурний Я.Р., Степанюк А.Р.	34
МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОЇ СУШАРКИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛОРИСТОГО БАРІЮ Шиховцев Є.Р., Степанюк А.Р.	36
ШЕСТЕРІНЧАСТИЙ НАСОС Яцюк І. О., Степанюк А. Р.	38

СЕКЦІЯ 2
«КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ
БІОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ Бевз Д.О., Швед М.П.	41
ТЕПЛООБМІННИК-ОХОЛОДЖУВАЧ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ Волошин І.Л., Дахненко В.Л.	42
ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕПЛООБМІННИКА «ТРУБА В ТРУБІ» В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЯБЛУЧНОГО СОКУ Гайдін Є.М., Андреев І.А.	44
МОДЕРНІЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИКА В ЛІНІЇ З ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ Драгузя К.В., Дахненко В.Л.	46
МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ Драгузя О.В., Дахненко В.Л.	48
МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОГО АПАРАТУ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ Лещенко О.А., Гулієнко С.В.	50
МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА В ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛІЗИНА Метліна М.М., Зубрій О.Г.	52
УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТЕРИЛЬНОГО АЕРАЦІЙНОГО ПОВІТРЯ Мішуков С.Г., Андреев І.А.	54
МОДЕРНІЗАЦІЯ ФЕРМЕНТЕРА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ Новікова Ю.П., Зубрій О.Г.	56
ІНОКУЛЯТОР УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА ГЛУТАМІНОВОЇ КИСЛОТИ Новодворський В.В., Гулієнко С.В.	58
ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО АПАРАТА ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ САХАРНОГО СИРОПУ	

Пищик Б.І., Андреев І.А. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕРНІЗОВАНОГО ТЕПЛООБМІННИКА В ЛІНІЇ ОБГУМОВУВАННЯ МЕТАЛОКОРДУ	60
Романюк Є. В., Андреев І. А. МОДЕРНІЗАЦІЯ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ У СХЕМІ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ КИСЛОТИ	62
Саввіна В.І., Швед М.П. МОДЕРНІЗАЦІЯ РОЗПИЛЮЮЧОЇ СУШАРКИ УСТАНОВКИ ВИРОБНИЦТВА БІОВІТУ	64
Шемета С.А., Гулієнко С.В.	65

СЕКЦІЯ 3 «ОБЛАДНАННЯ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ»

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСОВОЇ ЧАСТИНИ ПАПЕРО- ТА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ З РОЗРОБКОЮ ПОВОРОТНОГО ВАЛА	
Бобела С.О., Зайцев С.В.	68
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЖОЛОБЧАТОГО ПРЕСУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ	
Вишар А.С., Мельник О.П.	70
ГАРЯЧИЙ ВАЛ ДЛЯ ПРЕСУВАННЯ ПАПЕРУ	
Гордієнко І.М., Зайцев С.В.	72
МОДЕРНІЗАЦІЯ КАЛАНДРА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	
Гурін Д.В., Гробовенко Я.В.	74
МОДЕРНІЗАЦІЯ НАКАТУ ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ	
Деркач О.Д., Гробовенко Я.В.	76
АПАРАТ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ	
Маргарян А.А., Улітько Р.М., Марчевський В.М.	78
МОДЕРНІЗАЦІЯ КІНЦЕВОГО ПРЕСУ КРМ	
Мельник А.С., Зайцев С.В.	80
РОЗРОБКА ЖОЛОБЧАСТОГО ПРЕСУ З РЕГУЛЬОВАНИМ СТУПЕНЕМ ПРОГИНУ	
Олійник А.Р., Новохат О.А.	82
МОДЕРНІЗАЦІЯ ЛОЩИЛЬНОГО ЦИЛІНДРУ ЗІ ЗМЕНШЕННЯМ ЕНЕРГОЗАТРАТ	
Перепелиця Д. О., Новохат О. А.	84
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ОХОЛОДЖЕННЯ КАРТОННОГО ПОЛОТНА	
Пензев О.С., Новохат О.А.	86
ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БАШМАЧНОГО ПРЕСУ В КРМ	
Рисич О.В., Зайцев С.В.	88
КОМПОНОВКА ВАЛІВ ТРЬОХВАЛЬНОГО ПРЕСУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ	
Сюрвасєв С.В., Новохат О.А.	90

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЕРШОГО ПРЕСУ КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ Хора Б.О., Мельник О.П.	92
--	----

СЕКЦІЯ 4

«ЕКОЛОГІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОСЛИННИХ ПОЛІМЕРІВ»

ДОСЛІДЖЕННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДРУКАРСЬКИХ ВИДІВ ПАПЕРУ Кузнецова Т.П., Остапенко А.А., Плосконос В.Г.	95
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ СТАРІННЯ ЦЕЛЮЛОЗНИХ ВОЛОКОН В ДРУКАРСЬКИХ ВИДАХ ПАПЕРУ Мазенко Н. В., Остапенко А.А., Плосконос В.Г.	97

СЕКЦІЯ 5

«ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФІЛЬТРАЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ БУРЯКОЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ Бондарчук А.В., Зубенко М.В., Ліхван І.Г., Копиленко А.В.	100
ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДНО- СПИРТОВИХ СУМІШЕЙ ВІД ОРГАНІЧНИХ МІКРОДОМІШОК Шнайдер О. Ю. Паніна О.О. Копиленко А.В.	102

СЕКЦІЯ 6

«ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА»

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ СИЛИ Вакульчук В. В., Штефан Н. І.	105
КРИВОЛІНІЙНИЙ РУХ НЕВІЛЬНОЇ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ Італьянцев О. І., Штефан Н. І.	106
ДИНАМІКА ГАЛЬМУВАННЯ МАХОВИКІВ Крамар О. В., Штефан Н. І.	107
ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛИХ КОЛИВАНЬ ФІЗИЧНОГО МАЯТНИКА Кузнецова А. Д., Штефан Н.І.	108
ВИЗНАЧЕННЯ ІМПУЛЬСУ НОРМАЛЬНОЇ РЕАКЦІЇ НЕГЛАДКОГО КРИВОЛІНІЙНОГО ЖОЛОБА ПРИ РУСІ ПО НЬОМУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ Терещенко І.Ю., Штефан Н.І.	109

СЕКЦІЯ 7

«ДЕТАЛІ МАШИН»

ВПЛИВ СТРУКТУРИ І ФАЗОВОГО СКЛАДУ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗМІЦНЕНОГО ШАРУ Гаврілов Є.Е., Горобець А.І.	111
ЗНОСОСТІЙКІСТЬ СТАЛЕЙ З ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ КАРБІДІВ ТИТАНУ ТА ВАНАДІЮ Добонін А.А., Сердітов О.Т., Горобець О.І.	112
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТІВ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ	

ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СТАЛЕЙ	
Захарчук А. О., Ключников Ю.В.	113
ПІДШИПНИКИ З НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ	
Котенко Д.В., Тищенко К.В., Скуратовський А.К.	114
ПЛАСТИКОВІ ПІДШИПНИКИ.	
Кушнірук В.М., Ткачук М.В., Скуратовський А.К.	115
ПІДВИЩЕННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ МІЦНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ	
Лаюк О.М., Ключников Ю.В.	116
КОНІЧНІ РОЛИКОПІДШИПНИКИ	
Михалишина Т. С., Ковба А. М., Скуратовський А. К.	117
ЗМІЦНЕННЯ СТАЛЕЙ У7-У12 ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЮ ОБРОБКОЮ ТА ВПЛИВ ЇЇ НА КОРОЗІЙНУ СТІЙКІСТЬ	
Пещеров О.В., Ключников Ю.В., Горобець О.І.	119
РАДІАЛЬНО-УПОРНІ КУЛЬКОВІ ПІДШИПНИКИ	
Пінчук А.С., Калюжний Д. В., Скуратовський А. К.	120
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ ПІДШИПНИКИ	
Процюк О. О., Тертус О. Г., Скуратовський А. К.	121
ПІДСИЛЕННЯ СЛАБКИХ ГРУНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СТРУМЕНЕВОЇ ЦЕМЕНТАЦІЇ	
Рубльов А.В.	122
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗМІРНОЇ ОБРОБКИ ДУГОЮ	
Скляр А.В., Ключников Ю. В., Сердітов О.Т.	123
ПІДШИПНИКИ ДЛЯ ВАКУУМНИХ ВУЗЛІВ	
Шевченко Я.М., Крестошина О. П., Скуратовський А. К.	125

СЕКЦІЯ 7 «ФІЗИКА»

ЧАСОВІ КРИСТАЛИ	
Вірченко Л.А., Печерська Т.В.	127
ВІДКРИТТЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ХВИЛЬ	
Ковальов Р. В, Печерська Т.В.	129
ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ І НАВКОЛИШНІЙ СВІТ	
Подвенцова Д.Д., Хоменко М.В., Печерська Т.В., Печерська-Громадська К.Ю	131
МЕТОД АНАЛОГІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ	
Супруненко М.І., Шарипов Я.М., Печерська Т.В.	133
ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНОЇ ФІЗИКИ	
Полякова В., Гафінець Я., Печерська Т.В	135

**Підписано до друку 21.04.2017 р. Формат 60x90 1/16.
Папір офсетний. Умовн. др. арк. 5,9
Друк різнограф. Тираж 200 прим. Зам. № 2104/01.**

**Підприємство «УВОІ «Допомога» УСІ»
Свідоцтво про державну реєстрацію №31245580
03056, м. Київ, пров. Політехнічний, 6, корп. 5 (КП)
Тел.: 277-80-08.**